

Modellierung und Simulation des Abwehrverhaltens im Hallenhandball

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der

Philosophisch-
Sozialwissenschaftlichen
Fakultät der
Universität Augsburg

vorgelegt von
Sandra Senner
München
2009

Erstgutachter: Prof. Dr. M. Lames
Zweitgutachter: Prof. Dr. H. Altenberger
Tag der mündlichen Prüfung: 5. Oktober 2009

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 8 |
| 1.1 | Problemstellung..... | 8 |
| 1.2 | Zielstellung der Arbeit | 11 |
| 1.3 | Aufbau der Arbeit..... | 12 |
| 2 | Forschungsstand..... | 14 |
| 2.1 | Modelle im Handball | 14 |
| 2.1.1 | Elemente des Handballspiels..... | 16 |
| 2.1.2 | Wahrnehmung im Sportspiel..... | 19 |
| 2.1.3 | Entscheidung im Handball | 21 |
| 2.1.4 | Zeitliche Struktur im Handballspiel..... | 23 |
| 2.1.5 | Fuzzy-Modell für Angriff-Abwehr Interaktionen im Handball | 29 |
| 2.1.6 | Sonifikation – Modell Taktikanalyse | 30 |
| 2.2 | Software im Handball | 32 |
| 2.2.1 | Easy2Coach Pro | 32 |
| 2.2.2 | SportCoaching Trainer..... | 33 |
| 2.2.3 | easy Animation Handball | 34 |
| 2.2.4 | Taktik-Mental / Handball Tactics..... | 35 |
| 2.2.5 | Der Handballmanager..... | 36 |
| 3 | Methodische Grundlagen zur Modellierung und Simulation | 38 |
| 3.1 | Modell | 38 |
| 3.1.1 | Grundlagen | 38 |
| 3.1.2 | Modellbildung..... | 40 |
| 3.2 | Expertensystem | 42 |
| 3.2.1 | Grundlagen | 42 |
| 3.2.2 | Komponenten eines Expertensystems..... | 44 |
| 3.2.3 | Entwicklung eines Expertensystems..... | 47 |
| 3.3 | Simulation | 50 |
| 3.3.1 | Grundlagen | 50 |
| 3.3.2 | Darstellung..... | 53 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 4 | Zur Entwicklung des Modells und der Simulation..... | 55 |
| 4.1 | Grundlegende Überlegungen zum Abwehrverhalten..... | 55 |
| 4.1.1 | Zum Begriff Abwehrverhalten..... | 55 |
| 4.1.2 | Beurteilung des Abwehrverhaltens..... | 56 |
| 4.2 | Konzeptionelle Überlegungen zu diesem Projekt | 60 |
| 4.2.1 | Rahmenplanung und Durchführung | 60 |
| 4.2.2 | Zweck des Modells und der Simulation | 61 |
| 4.2.3 | Wichtigste Größen des Objektes..... | 62 |
| 4.2.4 | Qualitätsmaßstäbe | 64 |
| 5 | Wissenserhebung | 66 |
| 5.1 | Angriffsverhalten..... | 67 |
| 5.1.1 | Individualtechniken und -taktiken | 67 |
| 5.1.2 | Gruppentaktische Maßnahmen | 68 |
| 5.1.3 | Mannschaftstaktiken..... | 69 |
| 5.2 | Abwehrverhalten | 70 |
| 5.2.1 | Individualtechniken und -taktiken | 70 |
| 5.2.2 | Gruppentaktische Maßnahmen | 73 |
| 5.2.3 | Mannschaftstaktiken..... | 74 |
| 5.2.3.1 | Abwehrsysteme..... | 74 |
| 5.2.3.2 | Spielweisen | 76 |
| 5.3 | Abwehrformationen | 78 |
| 5.3.1 | Manndeckung..... | 79 |
| 5.3.2 | 6:0-Deckung..... | 80 |
| 5.3.3 | 5:1-Deckung..... | 82 |
| 5.3.4 | 3:2:1-Deckung..... | 84 |
| 6 | Modell des Abwehrverhaltens..... | 86 |
| 6.1 | Teilmodell Wahrnehmung | 89 |
| 6.1.1 | Orientierung im Raum | 89 |
| 6.1.2 | Wahrnehmung der Mitspieler | 90 |
| 6.1.3 | Wahrnehmung des Balles | 91 |
| 6.2 | Teilmodell Aktionen | 92 |
| 6.2.1 | Aktionen der Angreifer..... | 93 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 6.2.1.1 | Grundposition einnehmen..... | 93 |
| 6.2.1.2 | Passen und Fangen..... | 95 |
| 6.2.1.3 | Torwurf..... | 96 |
| 6.2.1.4 | Durchspielen..... | 99 |
| 6.2.1.5 | Stoßbewegung..... | 100 |
| 6.2.1.6 | Finte..... | 102 |
| 6.2.1.7 | Sperren..... | 103 |
| 6.2.1.8 | Weitere Bewegungshandlungen..... | 103 |
| 6.2.2 | Aktionen der Abwehrspieler..... | 105 |
| 6.3 | Modell der Entscheidungskette..... | 108 |
| 6.3.1 | Zuordnungsregeln..... | 108 |
| 6.3.1.1 | Direkte Zuordnung..... | 108 |
| 6.3.1.2 | Zuordnung mittels Abzählen von Außen..... | 109 |
| 6.3.1.3 | Positionsbedingte Zuordnung..... | 110 |
| 6.3.2 | Bewertungsregeln..... | 112 |
| 6.3.2.1 | Bereiche des Spielfeldes..... | 112 |
| 6.3.2.2 | Bezug zum Ballbesitzer..... | 113 |
| 6.3.2.3 | Gefährlichkeit des Angreifers..... | 115 |
| 6.3.3 | Entscheidungsregeln..... | 115 |
| 6.4 | Modell der abwehrspezifischen Entscheidungsketten..... | 117 |
| 6.4.1 | Manndeckung..... | 118 |
| 6.4.2 | 6:0-Deckung..... | 119 |
| 6.4.3 | 5:1-Deckung..... | 120 |
| 6.4.4 | 3:2:1-Deckung..... | 121 |
| 6.5 | Übersicht der abwehrspezifischen Entscheidungsketten..... | 123 |
| 7 | Simulation des Abwehrverhaltens..... | 125 |
| 7.1 | Anwendungsfälle..... | 126 |
| 7.2 | Klassen..... | 128 |
| 7.3 | Komponenten..... | 130 |
| 7.4 | Entwicklungsumgebung..... | 133 |
| 7.5 | Dialogkomponente..... | 134 |
| 7.5.1 | Manipulation der Spieler..... | 136 |
| 7.5.2 | Farbliche Kennzeichnung der Zuordnung der Spielerpaare..... | 138 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 7.5.3 | Aktionen der Abwehrspieler | 139 |
| 7.5.4 | Laufwege der Spieler | 140 |
| 7.5.5 | Beschriftung der Spieler | 141 |
| 7.6 | Erklärungskomponente | 142 |
| 8 | Prüfung des Modells..... | 144 |
| 8.1 | Gültigkeitsbereich | 144 |
| 8.2 | Vollständigkeit und Eindeutigkeit der Regeln | 145 |
| 8.2.1 | Zuordnungsregeln | 145 |
| 8.2.2 | Bewertungsregeln | 146 |
| 8.2.3 | Abwehrspezifische Entscheidungsketten | 147 |
| 8.2.3.1 | Manndeckung..... | 147 |
| 8.2.3.2 | 6:0-Deckung..... | 148 |
| 8.2.3.3 | 5:1-Deckung..... | 149 |
| 8.2.3.4 | 3:2:1-Deckung..... | 150 |
| 8.3 | Validierung des Modells durch Experten | 151 |
| 8.3.1 | Auswahl der Experten | 152 |
| 8.3.2 | Ablauf der Evaluation | 152 |
| 8.3.3 | Auswahl der Spielzüge..... | 153 |
| 8.3.4 | Bewertungssystem | 155 |
| 8.3.5 | Datenauswertung | 156 |
| 8.3.6 | Ergebnisse | 157 |
| 8.3.7 | Interpretation | 161 |
| 9 | Einsatz der Simulation in der Lehre | 164 |
| 9.1 | Erfahrungen im Praxisunterricht | 164 |
| 9.2 | Einsatz der Simulation im Theorieunterricht | 166 |
| 9.2.1 | Methode | 166 |
| 9.2.2 | Ergebnisse | 167 |
| 10 | Diskussion..... | 169 |
| 10.1 | Modell und Simulation | 169 |
| 10.1.1 | Vergleich Spielwirklichkeit – Ersatzwirklichkeit..... | 170 |
| 10.1.2 | Vergleich Ersatzwirklichkeit – Modell | 171 |

| | | |
|--------|--|------------|
| 10.1.3 | Kritische Aspekte der Simulation | 174 |
| 10.2 | Validierung durch Experten | 177 |
| 10.3 | Einsatz in der Lehre..... | 180 |
| 10.4 | Abschließende Betrachtungen zum Systemverhalten | 181 |
| 11 | Ausblick..... | 183 |
| 11.1 | Optimierung des Systems..... | 183 |
| 11.2 | Entwicklung des Systems..... | 185 |
| 12 | Zusammenfassung | 188 |
| | Literaturverzeichnis | 195 |
| | Abbildungsverzeichnis..... | 205 |
| | Tabellenverzeichnis..... | 209 |
| | Anhang | 211 |

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Als ersten Baustein des WM-Erfolgs der deutschen Handballnationalmannschaft 2007 benennen Bundestrainer Heiner Brand und Co-Trainer Martin Heuberger (2007, S. 4) ihr Abwehr-Spielkonzept, wobei sie das taktische Grundmuster einer 6:0-Deckung sehr flexibel anwenden. Im Hallenhandball hatte die Abwehr schon immer eine sehr große Bedeutung (vgl. Trosse, 1988, S. 115) und mittlerweile muss eine Mannschaft sogar mehrere Abwehrformationen beherrschen (vgl. Emrich, 2008, S. 5; Wolf, 2007, S. 18). Dabei ist es nach wie vor „ein großes Vergnügen, eine gute, saubere Abwehrarbeit zu beobachten, sofern man versteht, wie exakt und sicher eine Verteidigung einer guten Mannschaft sein kann und muß“ (Grinbergas, 1977, S. 64). Bei einer guten Abwehrarbeit weiß jeder Abwehrspieler¹ um seine Aufgaben und handelt den Regeln und Absprachen der gespielten Abwehrformation entsprechend (vgl. Kolodziej, 2003, S. 30). Er weiß, welchen *Angreifer* bzw. welchen *Raum* er zu *decken* hat und reagiert auf die Aktionen der Angreifer mit situationsangepassten taktischen Abwehrmaßnahmen.

Die Darstellung zur Vermittlung dieses komplexen Abwehrverhaltens ist jedoch sowohl im sportpraktischen Unterricht oder Training als auch in der theoretischen Auseinandersetzung problematisch (vgl. Schlieffe & Blaser, 2006a).

In der Praxis sind es vor allem die räumlichen Verhältnisse einer Sporthalle und die subjektive Sichtweise der einzelnen Spieler, die das Verständnis für die gesamte Abwehrkonzeption erschweren. Hinzu kommen gerade bei Anfängern häufige technische Fehler, die einen Spielfluss verhindern und so das Erlernen des Taktikverhaltens zu einem mühsamen Unterfangen werden lassen.

¹ Alle maskulinen Bezeichnungen beziehen sich in dieser Arbeit gleichermaßen auf Frauen und Männer. Dies geschieht ausschließlich aus Gründen der besseren Lesbarkeit.

Eine theoretische Auseinandersetzung ist aufgrund der Komplexität, der Dynamik und der Gleichzeitigkeit der Geschehnisse mit herkömmlichen Darstellungsformen nur bedingt möglich. Videosequenzen können hilfreich sein. Der Betrachtungswinkel der meisten Aufnahmen ist aber zur Darstellung der Raumaufteilung nicht ideal (vgl. Abb. 1), die Zusammenstellung der Sequenzen ist mühsam, und es können nur vorher aufgezeichnete Situationen analysiert werden.



Abb. 1: Videobild einer Spielsituation (Deutschland - Tunesien bei der Handball-Weltmeisterschaft 2003)

Graphische Darstellungen (vgl. Abb. 2) wirken oft sehr kompliziert, werden schon bei einfachen Ablaufbeschreibungen unübersichtlich und können die Dynamik nicht vermitteln.

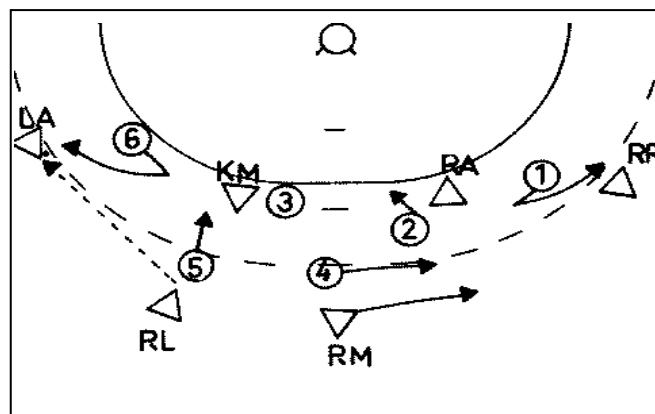


Abb. 2: Graphische Darstellung einer Spielsituation (aus Trosse, 1988, S. 161)

Die Beschreibung der oben dargestellten Spielsituation ist in Textform nicht weniger kompliziert und erfordert einige Erfahrung:

RL paßt zu LA, Abwehrspieler 6 tritt gegen LA heraus, 5 rückt zur Ballseite ein, 3 ebenfalls mit Abwehr gegen KM, Abwehrspieler 2 übernimmt den einlaufenden RA von 1, 1 übernimmt den nach rechts wechselnden RR. 4 begleitet RM. (Trosse, 1988, S. 161)

Zur Unterstützung der Ausführungen des Lehrers/Trainers werden üblicherweise auch Magnettafeln verwendet. Dabei bewegt der Lehrer die symbolisch dargestellten Spieler. Er kann damit auf Ideen oder Fragen der Schüler/Spieler reagieren, die Dynamik und die Synchronität der Geschehnisse sind aber auch hiermit schwer herzustellen.

Neue Medien scheinen mit ihren Möglichkeiten zur Darstellung von Dynamik in bewegten Bildern als Multimediaanwendungen und interaktiven Lehrmedien besser geeignet (vgl. Leser, 2005, S. 357). Dennoch verknüpfen sie bisher nur die unterschiedlichen Medien wie gespeicherten Videosequenzen, aufwändig hergestellte Animationen und erklärenden Text (vgl. Schlieke & Blaser, 2008, S. 128). Manche der bisher beschriebenen Probleme können durch die Kombination verschiedener Medientypen gelöst werden. Weiterhin bestehen bleibt allerdings die Problematik, dass neben dem großen Aufwand zur Erstellung dieser komplexen Medien oder auch nur der einzelnen Animationen (Schlieke & Blaser, 2008, S. 128) dann doch nur die zuvor ausgewählte Szenen unter festgelegten Bedingungen betrachtet werden können. Hier könnten EDV-gestützte Simulationen Abhilfe schaffen, wenn sie einen interaktiven Umgang mit dem Medium ermöglichen und auf Anfragen des Betrachters sofort das simulierte Verhalten zeigen könnten. Im Bereich Handball gibt es auch eine Simulation, die sogar einen hohen Grad an Interaktivität und eine detailgetreue 3-D-Grafik aufweist (siehe www.heimspiel-handballmanager.de). Das taktische Verhalten allerdings bezieht sich lediglich auf das taktische Vorgehen des Trainers, seine Mannschaft erfolgreich durch die Saison zu führen.

Wie dargelegt sind die bisherigen Medien nur bedingt geeignet, das Abwehrverhalten auf dem Spielfeld hinsichtlich der Beobachtungsperspektive, der Komplexität, der Dynamik und der Gleichzeitigkeit der Geschehnisse darzustellen und die dem Abwehrverhalten zugrunde liegenden Regeln zu verdeutlichen. Der Weg der interaktiven Lehrmedien scheint hierfür viel versprechend zu sein. Bisher wird der Computer in diesem Bereich zwar nur dazu genutzt, die hinter-

legten Inhalte unterschiedlicher Medien zu verknüpfen oder Wissen abzufragen. Die Rechenleistung des Computers könnte aber auch dazu verwendet werden, das Abwehrverhalten zu simulieren und in interaktiver Form Erklärungen zu dem gezeigten Verhalten zu geben. Bisher existiert allerdings noch keine Simulation im Sinne eines Expertensystems oder interaktiven Lehrmediums zur Darstellung und Schulung des Abwehrverhaltens im Hallenhandball.

1.2 Zielstellung der Arbeit

Zur Simulation im Sinne eines Expertensystems oder interaktiven Lehrmediums zur Darstellung und Schulung des Abwehrverhaltens im Hallenhandball sind eine Theorie und ein darauf aufbauendes Modell Voraussetzung. Die Erstellung eines solchen Modells des Abwehrverhaltens ist Ziel und Inhalt dieser Arbeit. Dieses Modell wird dann zur Darstellung in eine Simulation überführt und deren Output von Experten bewertet. Bei der Überprüfung des Modells mit Hilfe der Simulation sollen die Experten die Güte des Verhaltens der Abwehrspieler als Reaktionen auf die Handlungen von Angreifern in 10 ausgewählten Spielzügen beurteilen.

Als Abwehrverhalten wird das Verhalten der Abwehrspieler bezeichnet, das sie, entsprechend der jeweiligen Abwehrformation zugrunde liegenden taktischen Regeln, zeigen sollen. Das Wissen um die Absprachen existiert als Expertenwissen sowie in Lehrbüchern. Dieses Wissen soll nun so aufbereitet werden, dass es als Modell zur Simulation des Abwehrverhaltens dienen kann, um als Expertensystem im Sinne eines interaktiven Lehrmediums eingesetzt werden zu können.

Die Simulation wird das Abwehrverhalten als Reaktion auf beliebige Angriffssituationen darstellen und das gezeigte Verhalten begründen. Dabei soll die Darstellung in einer Form erfolgen, in der die zugrunde liegenden Regeln und deren Konsequenzen deutlich werden sowie einen interaktiven Umgang zum Erlernen, Demonstrieren und Diskutieren des Taktikverhaltens ermöglichen.

Es ist festzuhalten, dass die erstellte Software zunächst nur der Darstellung zur Überprüfung des Modells dient und nicht in ihrer Anwendbarkeit und Stabilität überprüft wird. Auch das Lernen mit einem solchen interaktiven Medium wird in

dieser Arbeit nicht tiefer gehend behandelt, wenngleich ein erster Einsatz der Simulation in der Praxis erfolgt ist.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die generelle Vorgehensweise zur Modellierung und Simulation des Abwehrverhaltens ist in Abbildung 3 dargestellt, an welcher sich der Aufbau der Arbeit orientiert.

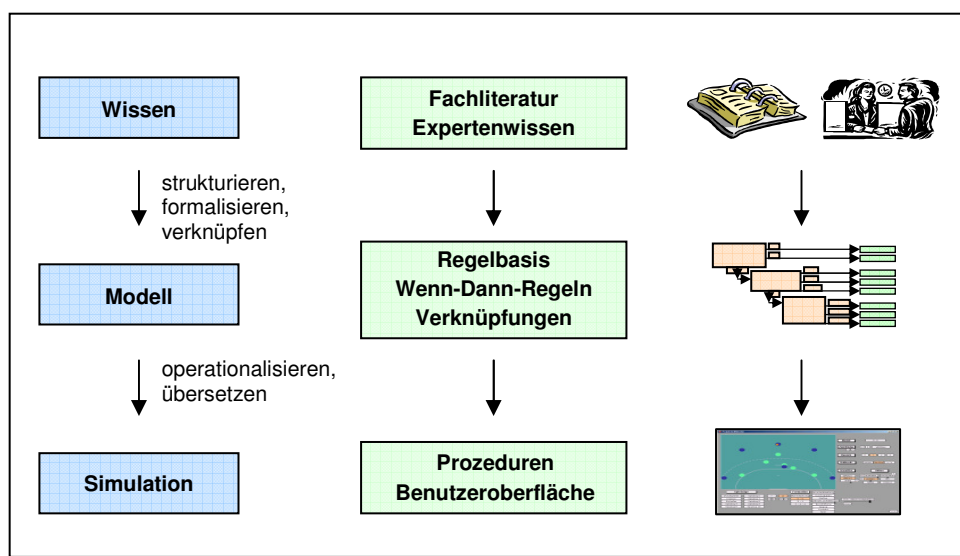


Abb. 3: Schaubild der generellen Vorgehensweise

Das Wissen um das Abwehrverhalten wird zunächst erhoben, dann modelliert und schließlich simuliert. *Erhoben* werden soll das Wissen aus der Literatur und anhand von Expertengesprächen. Zur *Modellierung* werden die gefundenen Aussagen strukturiert, formalisiert und so miteinander verknüpft, dass jeder Abwehrspieler in jeder beliebigen Situation ein eindeutiges absprachegerechtes Bewegungsverhalten hat. Das statische Modell wird zur Darstellung und Verwendung in eine *Simulation* überführt. Dazu werden die Verhaltensweisen operationalisiert und die Regelbasis sowie die Verknüpfungen in eine für den Computer lesbare Sprache übersetzt. Das optimale Abwehrverhalten wird also simuliert und grafisch dargestellt. Alle Abwehrspieler zeigen nun auf jede beliebige Situation *automatisch* das *richtige* taktische Verhalten. Das Verständnis für die dem Abwehrsystem zugrunde liegenden Absprachen wird aber nicht nur aus der Beobachtung der einzelnen Spieler, sondern vor allem aus dem Betrachten

des komplexen gesamten Verhaltens der Abwehr in der dynamischen Darstellung deutlich.

Der Aufbau der Arbeit stellt sich demnach wie folgt dar:

Kapitel 2 gibt einem Überblick zu bestehenden Modellen aus dem Bereich des Sportspiels Handball. Dann werden in Kapitel 3 die methodischen Grundlagen erarbeitet, die für die Erstellung eines Modells und die darauf aufbauende Simulation des Abwehrverhaltens im Hallenhandball relevant sind. Die Entwicklungen des Modells und der Simulation folgen in der bis dahin beschriebenen Vorgehensweise zunächst mit grundlegenden und konzeptionellen Überlegungen (Kapitel 4) und Erläuterungen zur Wissenserhebung (Kapitel 5). Das Modell und die Simulation sind dann Gegenstand der Kapitel 6 und 7. Es schließen sich mit Kapitel 8 die Prüfung des Modells und mit Kapitel 9 ein erster Einsatz der Simulation in der Praxis an. Die Diskussion relevanter Aspekte erfolgt in Kapitel 10. Ein Ausblick (Kapitel 11) und eine Zusammenfassung (Kapitel 12) beschließen die Arbeit.

Alle maskulinen Personen und Funktionsbezeichnungen in dieser Dissertation gelten dabei für Frauen und Männer in gleicher Weise. Zum Erhalt des Leseflusses werden Fachbegriffe, insbesondere die handballspezifischen Verhaltensweisen, nicht in Anführungsstriche, sondern, wie andere Hervorhebungen auch, kursiv gesetzt.

2 Forschungsstand

Zur Einordnung der Arbeit in den Forschungsstand werden im Folgenden sowohl bestehende Modelle näher betrachtet als auch bereits existierende Software im Handball vorgestellt.

2.1 Modelle im Handball

Die theoretische Klärung des Modellbegriffs im Sinne der methodischen Grundlagen erfolgt in Kapitel 3.1. An dieser Stelle werden zunächst Modelle mit dem Ziel der Übernahme relevanter Aspekte eingehender betrachtet. So werden solche Modelle aufgezeigt, die der Strukturierung der Elemente des Handballs dienen, da eine Strukturierung des zu modellierenden Objektes zunächst erfolgen muss. Dann folgen Modelle, die das Verhalten im Handball beschreiben und der Tatsache Rechnung tragen, dass in den Sportspielen aufgrund des Interaktionsprozesses „zu einer verhaltenswissenschaftlichen Modellbildung gegriffen werden muss“ (Lames, 2000, S. 172) und „nur eine verhaltenswissenschaftliche Modellierung dem Original gerecht wird“ (Lames, 2002, S. 183).

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die im Folgenden beschriebenen Modelle, wobei der Gegenstand sowie das Ziel der Modellierung jeweils angegeben sind und vermerkt wurde, ob der Angriff oder die Abwehr betrachtet wird.

Tab. 1: Modelle im Handball

| Name | Autor(en) | Gegenstand | Ziel | Angriff | Abwehr |
|---|---------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|---------|--------|
| Das Angriffs- / Abwehrspiel | Oppermann (1990) | Theorie | statische Struktur aufzeigen | ✓ | ✓ |
| Wahrnehmungsobjekte in den Sportspielen | Konzag und Konzag (1980) | Theorie | statische Struktur aufzeigen | ✓ | ✓ |
| Individuelles Aktionsmuster eines Rückraumspielers | Klein und Späte (1981) | Theorie | Realität begründen | ✓ | |
| Entscheidungsmodell | Westphal, Gasse und Richtering (1987) | Theorie | Realität begründen | | ✓ |
| Modell eines Spielzuges | Trosse (2001) | Theorie | Elemente strukturieren | ✓ | ✓ |
| relative Phasen | Lames (2006) | Realität | Verhalten zeitlich beschreiben | ✓ | ✓ |
| Beispiel eines Prozeß-Schemas für Handball | Hein und Perl (1995, 1997) | Realität | zeitlich-prozessuale Struktur finden | ✓ | ✓ |
| Phasenmodell der Verlaufsstruktur für das Angriffsspiel | Pfeiffer (2004) | Realität | zeitlich-prozessuale Struktur finden | ✓ | |
| Fuzzy-Modell | Liesegang (1996) | Theorie | Verhalten simulieren | | ✓ |
| Sonifikation | Höner (2004, 2005) | Realität / Theorie | Verhalten bewerten | | ✓ |

2.1.1 Elemente des Handballspiels

Zur Strukturierung des Handballspiels können verschiedene Bereiche unterschieden werden, innerhalb derer eine differenzierte Betrachtung von Elementen erfolgen kann. Üblicherweise unterteilt man dazu in individuelle, gruppen- und mannschaftsspezifische Bereiche (vgl. Kolodziej, 2003, S. 30ff.).

Trosse (2001, S. 23f.) verwendet diese Einteilung zur Systematisierung von Handlungen im taktischen Bereich. Für ihn ist die Individualtaktik der Kern der Handlungssteuerung. Sie ist die Schnittstelle zwischen Taktik und Technik und steuert das individuelle Spielverhalten. Das Wissen um gruppen- und mannschaftstaktische Elemente ist nur die Grundlage für die Individualtaktik. Für Trosse ist die Individualtaktik außerdem nicht gleichzusetzen mit Entscheidungsverhalten, da die kreative Eigenbestimmung der Spielhandlung nach einer intellektuellen Steuerungsfunktion verlangt und nicht nur als Entscheidung zwischen Alternativen zu verstehen ist.

Auch Oppermann (1990) benutzt diese hierarchische Struktur zur Einteilung wesentlicher Elemente des Handballspiels (siehe Abb. 4). Er nimmt dabei keine explizite Trennung von Technik und Taktik vor, betrachtet aber Angriff und Abwehr separat voneinander. Im Gegensatz zu Trosse (2001) sind für ihn die Möglichkeiten des Individuums zunächst nur die Voraussetzung für ein erfolgreiches Angriffsspiel. Von großer Bedeutung sind hauptsächlich die Spielmöglichkeiten in der Gruppe, als gruppentaktische Angriffsmittel von 2 bis 3 Spielern, und die mit der gesamten Mannschaft (vgl. Oppermann, 1990, S. 44). Zur Betrachtung der verschiedenen Elemente, die dem Bereich der Mannschaft zuzuordnen sind, unterscheidet er weiter nach zeitlichen Gesichtspunkten in Angriffsphasen, sowie in Angriffsformationen und Angriffsformen

.

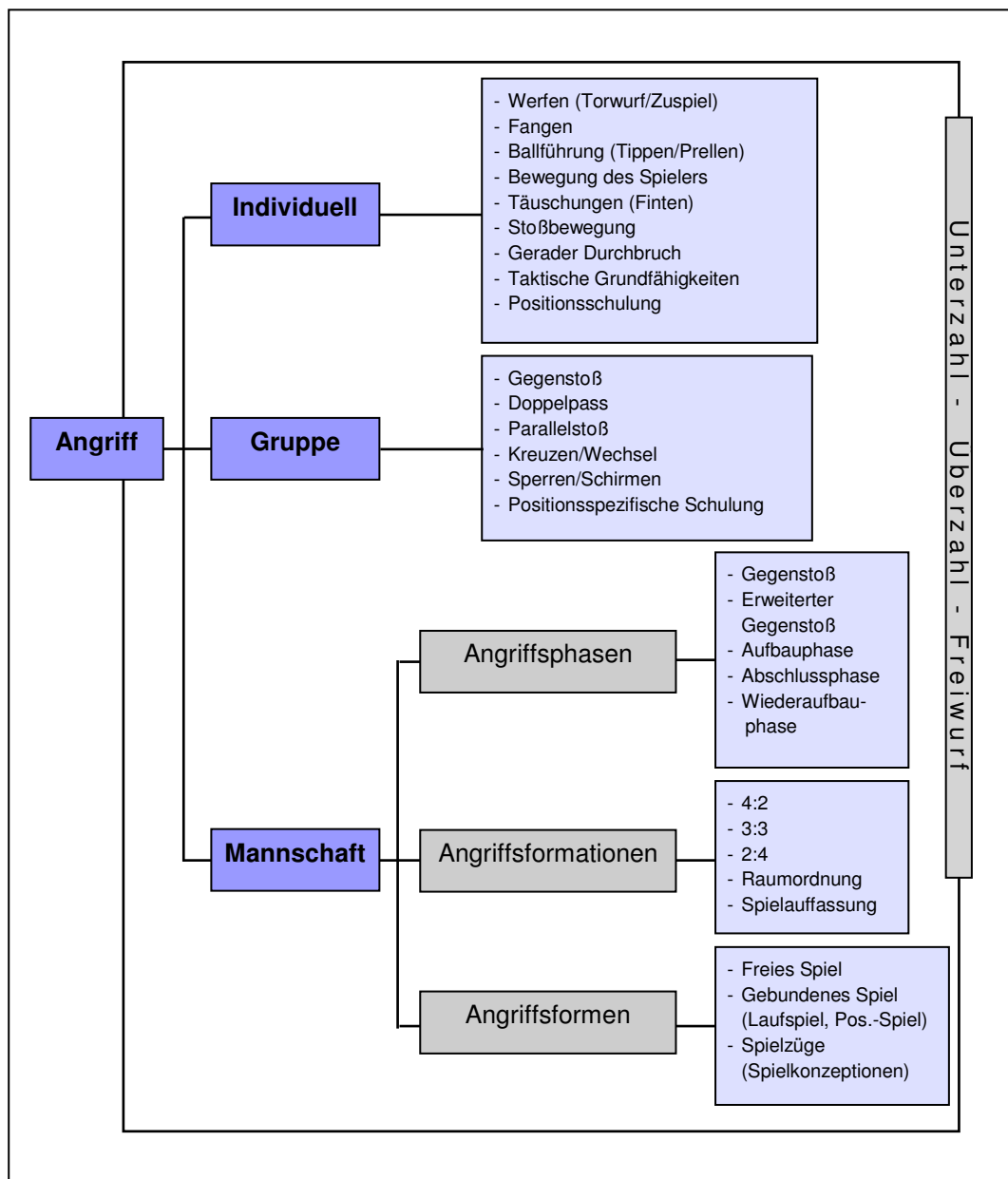


Abb. 4: Das Angriffsspiel (modifiziert nach Oppermann, 1990, S. 45)

Analog zum Angriffsverhalten gibt Oppermann (1990, S. 47) mit seinem Schema zum Abwehrverhalten (Abb. 5) einen Überblick über dessen Struktur. Innerhalb der Kategorien Individuum, Gruppe und Mannschaft erfolgt auch hier keine Unterscheidung zwischen Technik und Taktik.

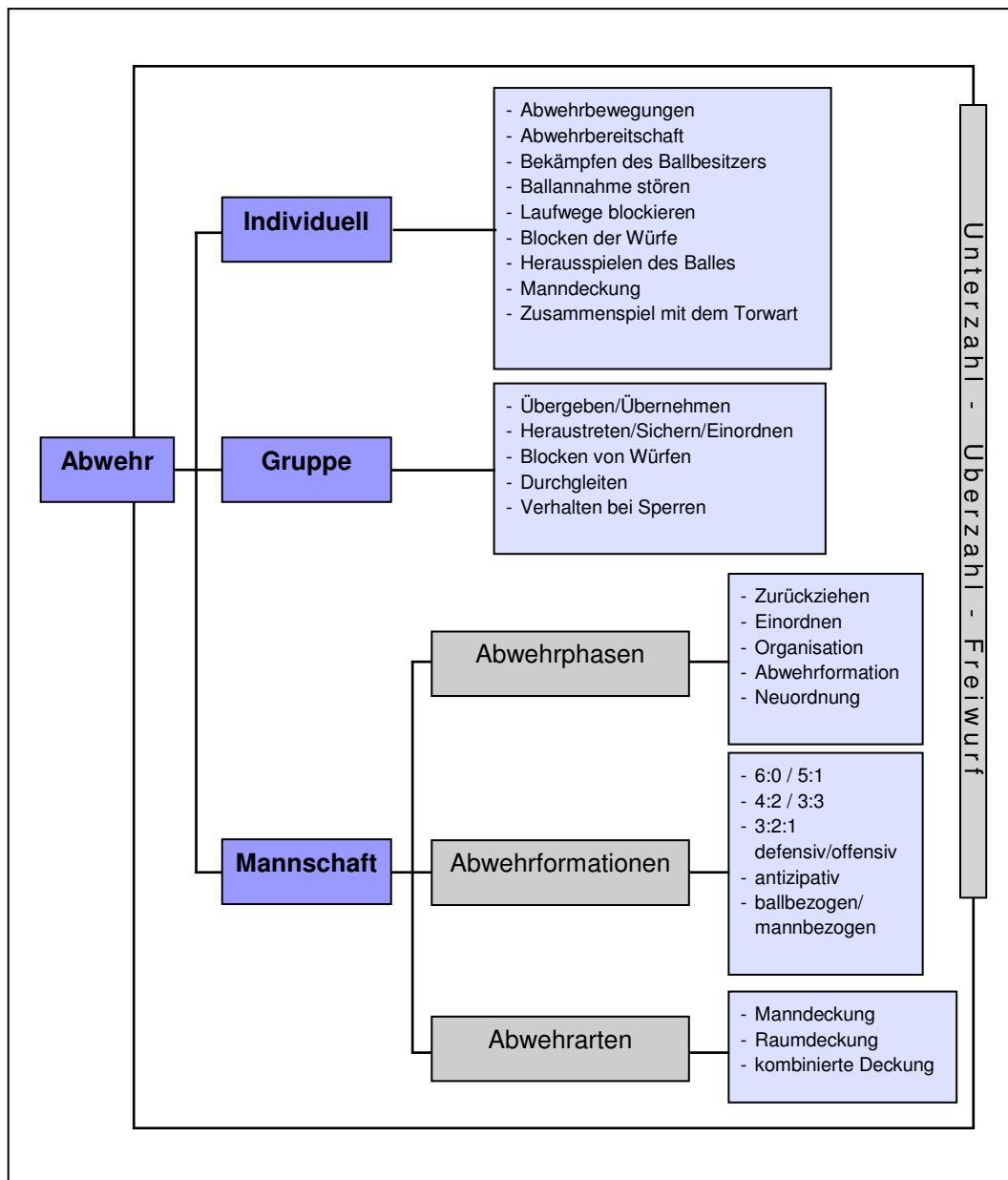


Abb. 5: Das Abwehrspiel (modifiziert nach Oppermann, 1990, S. 47)

Dieses Modell scheint das komplexe Abwehrverhalten im Handball gut strukturiert zu beschreiben. Manche Begriffe werden aber unglücklicherweise mehrmals in unterschiedlichen Kategorien genannt. So ist beispielsweise das Blocken von Würfen sowohl ein individuelles als auch ein gruppentaktisches Verhalten. Auch der Begriff Manndeckung bezeichnet einmal ein individuelles Verhalten, gleichzeitig wird mit diesem Begriff aber auch eine mannschaftstaktische Abwehrart umschrieben. So kann der Eindruck entstehen, dass die gespielte Abwehrart nicht etwa eine übergeordnete Position einnimmt, sondern die Abwehrspieler ständig ihr Verhalten diesbezüglich wechseln. Oppermann (1990,

S. 46) beschreibt sogar explizit „durch die Enge des Spielfeldes hat ein Abwehrspieler in erster Linie den ihm zugewiesenen Raum abzuschirmen (Raumdeckung). Der in diesem Raum eingedrungene Angriffsspieler wird am Herauspielen einer klaren Wurfgelegenheit gehindert bzw. beim Torwurf regelgerecht behindert (Manndeckung)“. Etwas unklar sind zudem die Zusammenhänge von Abwehrformation und Abwehrart. Zu den Formationen, die, wie sonst auch üblich, mit der numerischen Angabe der Positionen betitelt werden, teilt er grafisch auf der gleichen Ebene die Begriffe defensiv/offensiv, ballbezogen/mannbezogen und antizipativ ein, merkt aber an: „Das Spiel der gesamten Mannschaft vollzieht sich in bestimmten Abwehrformationen, wobei sich die Spieler innerhalb dieser Form ballbezogen oder mannbezogen orientieren“ (Oppermann, 1990, S. 46).

Die vorliegende Arbeit orientiert sich an den hier vorgestellten Elementen, aber weniger an deren aufgezeigter Struktur. In der Phase der Wissenserhebung wird zwar noch eine Unterteilung in die Kategorien Individuum, Gruppe und Mannschaft vorgenommen. Zur Vermeidung der oben beschriebenen strukturellen Unzulänglichkeiten werden aber schon hier die Abwehrformationen gesondert betrachtet. Später bei der Modellierung werden nur noch Aktionen unterschieden, die sich in den Abwehrformationen in unterschiedlichster Form manifestieren.

2.1.2 Wahrnehmung im Sportspiel

Grundlage für eine Auswahl des geeigneten Abwehrverhaltens ist die Wahrnehmung der eigenen Person und der Umwelt und damit die Einschätzung der Situation. Wie vielfältig die Wahrnehmungsobjekte in Sportspielen sind, zeigt in Abbildung 6 das Modell von Konzag und Konzag (1980).

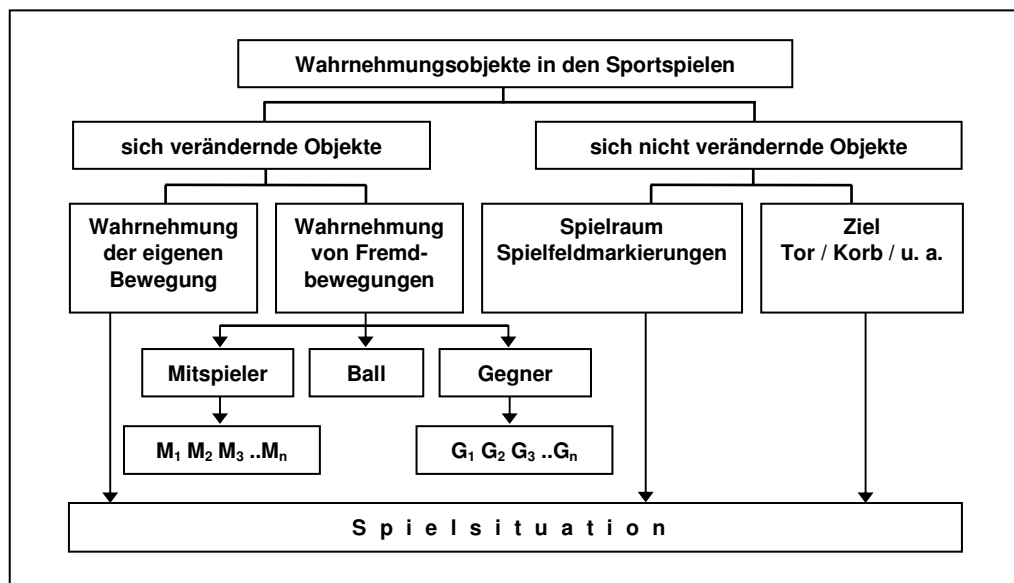


Abb. 6: Wahrnehmungsobjekte in den Sportspielen (modifiziert nach Konzag & Konzag, 1980, S. 22)

Die Spieler müssen den Raum und die sich darin bewegend Objekte wahrnehmen. Dies betrifft zum einen ihre eigene Position und die Bewegung in Bezug zum Spielfeld, zum anderen aber auch die der Mitspieler, des Balles und der Gegner. Die Wahrnehmungsaufgaben der Abwehrspieler gehen aber noch weit über die Abschätzung der Geschwindigkeit, der Beschleunigung und der Richtung von Spieler und Ball hinaus. So zeigt zum Beispiel Greco (1997, S. 21) weitere Wahrnehmungsaufgaben der Abwehrspieler während des Positionsspiels des Gegners auf:

- a) Angriffsformation des Gegners erkennen (3-3; 4-2; usw.)
- b) Wo sind die Haupttorschützen, wo der Spielgestalter?
- c) Verhindern einer Torwurfgelegenheit durch regelkonforme Arbeit, d. h., welche Bewegungen soll der Spieler durchführen (Rechts- oder Linkshänder – richtige Körperstellung)
- d) Holt der Spieler zum Wurf aus? Entfernung vom Tor
- e) Hat der Spieler den Ball getippt/geprellt?
- f) Abwehrbereitschaft zeigen
- g) Wahrnehmen von Über- bzw. Unterzahlsituationen
- h) Wahrnehmen des psychischen Zustandes des direkten Gegenspielers
- i) Wahrnehmen des Verhaltens des Schiedsrichtergespannes (Stürmerfoul, 2 Min., usw.).

Die hier aufgezeigten Wahrnehmungsobjekte müssen für die Modellierung des Abwehrverhaltens berücksichtigt werden, besonders dann, wenn sich die Wahrnehmung der Objekte auf die Bestimmung ihrer Position auf dem Feld bezieht. Die genannten Wahrnehmungsaufgaben treffen in der Realität zu und

beeinflussen dort das Verhalten der Abwehrspieler. Für die Modellierung kommen hier aber nur jene Aspekte in Frage, die darstellbar sind und zum Verständnis des Abwehrverhaltens als System beitragen.

2.1.3 Entscheidung im Handball

Klein und Späte (1981) zeigen ein Modell zum Aktionsmuster von Angriffsspielern auf (Abb. 7). Hier wird das Verhalten des Angreifers als Reaktion auf das Verhalten des Abwehrspielers angesehen.

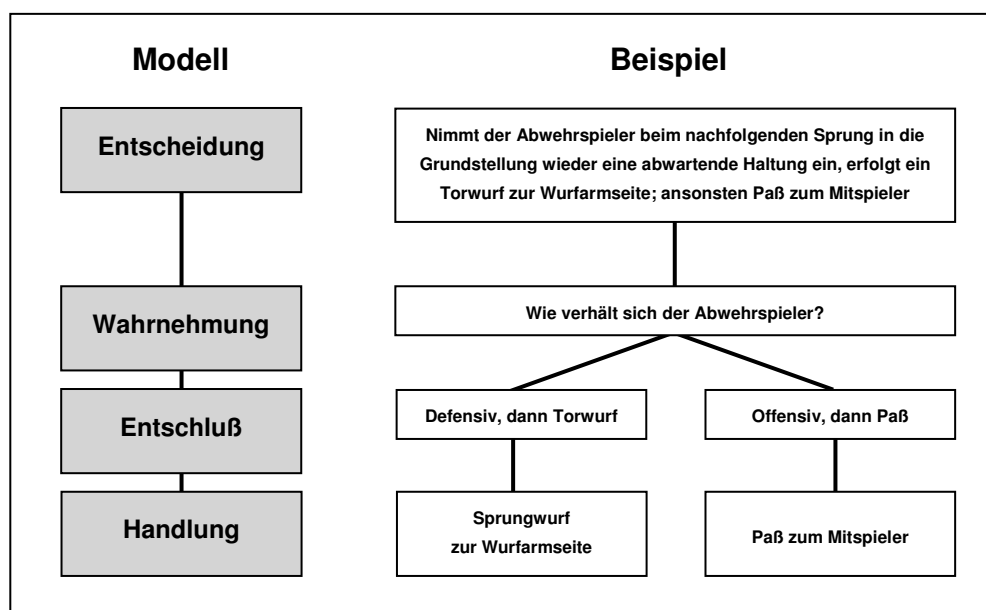


Abb. 7: Individuelles Aktionsmuster eines Rückraumspielers im Handball (modifiziert nach Klein & Späte, 1981, S. 456)

Der Angreifer berücksichtigt für seine Handlungsplanung die Verhaltensalternativen des Abwehrspielers und leitet daraus für sein eigenes Verhalten Aktionsalternativen ab. Seine Wahrnehmung ist auf das Verhalten des Abwehrspielers fokussiert. Als Entschluss erfolgt dann mit Hilfe von Wenn-Dann-Regeln aus dem gezeigten Abwehrspielerverhalten die Auswahl und in der Handlung die Ausführung der schon vorab abgeleiteten Aktion. In diesen Regeln spiegeln sich die zu erwartenden Erfolgchancen und Nutzwerte wieder.

Mit diesem Modell reales Angriffsverhalten zu beschreiben und zu begründen erscheint möglich. Bei erfahrenen Handballspielern wird dieser Ablauf hochgradig automatisiert und unterbewusst erfolgen. Beim Erlernen des Handballspiels könnten ein solches Beschreiben der Abläufe und das Aufstellen von Wenn-

Dann-Regeln dem Lernenden mögliche Handlungsalternativen und Hinweise zu deren Einsatz an die Hand geben. Prinzipiell wäre ein solches Angreiferverhalten auch im hier erstellten Modell des Abwehrverhaltens in ähnlicher Weise modellierbar. Interessant wäre dabei auch, wie viele solcher Wenn-Dann-Regeln nötig sind, um ein erfolgreiches und in gewisser Weise auch variables Angriffsspiel zu simulieren und ob dieses dann dem gezeigten Angriffsverhalten in der Realität entspricht.

Westphal, Gasse und Richter (1987) betrachten das Handeln eines Abwehrspielers und beschreiben dessen Entscheidungsfindung als Informationsverarbeitungsprozess (Abb. 8).

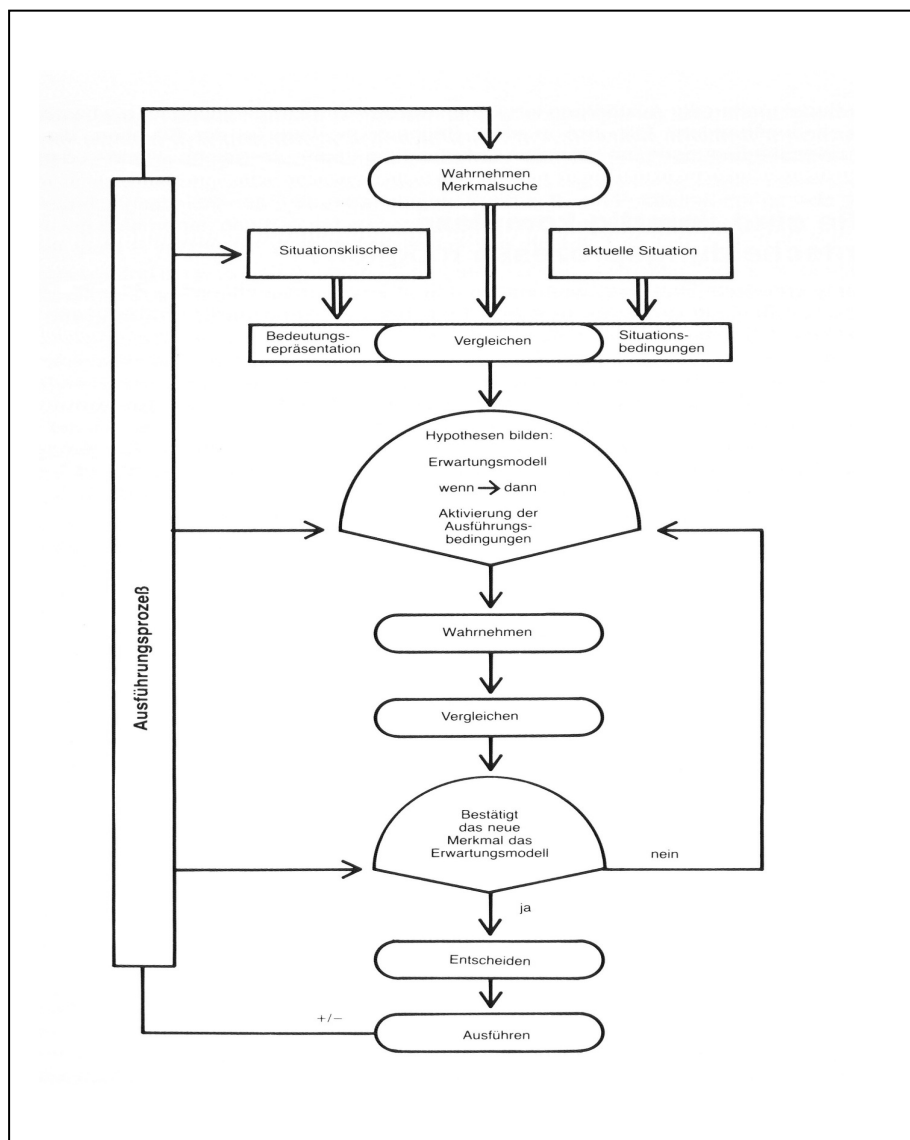


Abb. 8: Entscheidungsmodell (Westphal et al., 1987, S. 27)

Der Spieler macht bestimmte Beobachtungen, analysiert deren Bedeutung und entwickelt daraus eine Hypothese des weiteren Situationsverlaufes. Dieses Erwartungsmodell wird anhand weiterer Beobachtungen überprüft, erhärtet oder verändert. Gleichzeitig werden mit der Analyse der Bedeutung mögliche Antworthandlungen gesucht, deren Ausführungsbedingungen mit den Analysebedingungen übereinstimmen. (Westphal et al., 1987, S. 26)

Hier wird der Einfluss von Erfahrung deutlich, der sich beim Vergleichen der Situationen niederschlägt. Trotz seiner offensichtlichen Komplexität beinhaltet dieses Modell aber noch keine Lösungen für auftretende Störungen während des Entscheidungsprozesses.

Verhalten sich aber Abwehrspieler – so wie in der vorliegenden Arbeit – nach Wenn-Dann-Regeln, so ist diese Erfahrung schon in den Regeln enthalten. Die Spieler müssen also nicht den möglichen weiteren Situationsverlauf vorwegnehmen; die Regeln geben das Verhalten auf der Basis der momentanen Situation direkt und eindeutig vor.

2.1.4 Zeitliche Struktur im Handballspiel

Eine Möglichkeit zur Strukturierung des Handballspiels ist die Betrachtung der zeitlichen Ordnung der Handlungen der Mannschaften, wobei hier der alternierende Charakter von Sportspielen zum Ausdruck kommt (vgl. Trosse, 2001, S. 24). Müller (1992) untergliedert Spielsituationen zunächst nur in die Situationstypen Angriff und Abwehr. Trosse (2001, S. 24) definiert als zeitliche Ordnung des Handballspiels im Rahmen der Verlaufsstruktur den Spielzug als „die Menge der Handlungen zwischen zwei aufeinander folgenden, gleichen Spielphasenwechseln“ (siehe Abb. 9).

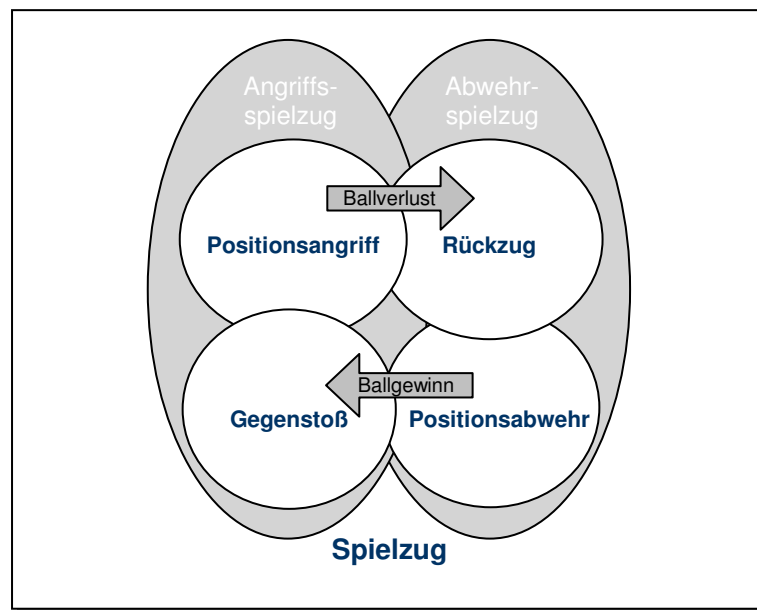


Abb. 9: Modell eines Spielzuges (Trosse, 2001, S. 25)

Als Spielphasen betrachtet er dabei im Angriffsspielzug den Gegenstoß und den geordneten Positionsangriff und im Abwehrspielzug den Rückzug sowie die Positionsabwehr. Ein Spielzug dauert somit beispielsweise vom Versuch des Schnellangriffs (Gegenstoß) bis zum erneuten Ballgewinn dieser Mannschaft. Lames (1994, S. 42) hingegen bezeichnet mit Spielzug die Phase vom Ballgewinn bis zum Ballverlust bzw. Torerfolg, also bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Ballbesitz wechselt. Der Deutsche Handballbund definiert den Begriff des Spielzuges wiederum anders. Er bezeichnet mit ihm die fest vorgegebenen Handlungsweisen während eines Angriffsversuchs (vgl. Deutscher Handballbund, 2007). Die Positionen sowie die Ball- und Laufwege sind dabei festgelegt, mit dem Ziel, eine einzige Möglichkeit für einen Torwurf zu erarbeiten. Damit wird der Spielzug von dem Begriff der Angriffskonzeption abgegrenzt, bei der nur die Ausgangssituation bezüglich der Positionen, der Ball- und Laufwege festgelegt sind, die einzelnen Angriffsspieler dann aber zwischen alternativen Handlungsmöglichkeiten eigenständig entscheiden können (ebd.). Den Verlauf des Handballspiels charakterisiert der Deutsche Handballbund aber auch mit der Phase des Gegenstoßspiels, etwa nach einem Wechsel des Ballbesitzes aufgrund eines Gegentores oder dem Ballgewinn, und der Phase des Positionsangriffs (Deutscher Handballbund, 1997, S. 85). Dabei untergliedert sich der Positionsangriff wiederum in die Phasen Angriffsaufbau, Auslösen, Weiterspielen und Torwurf (vgl. Deutscher Handballbund, 1997, S. 146).

Werden konkrete Spiele betrachtet, so können zeitliche Phasen dazu benutzt werden, die Leistung zweier Mannschaften im Verlauf des Spiels zu beschreiben. Lames (2006) betrachtet dabei für jede Phase des Ballbesitzes den Torerfolg einer Mannschaft (Abb. 10a). Das *gleitende Mittel* der Torwahrscheinlichkeit kann als momentane Leistungsstärke angesehen werden (Abb. 10b) und die *gleitende Korrelation* beschreibt das Verhältnis der Leistungsstärke der Mannschaften zueinander.

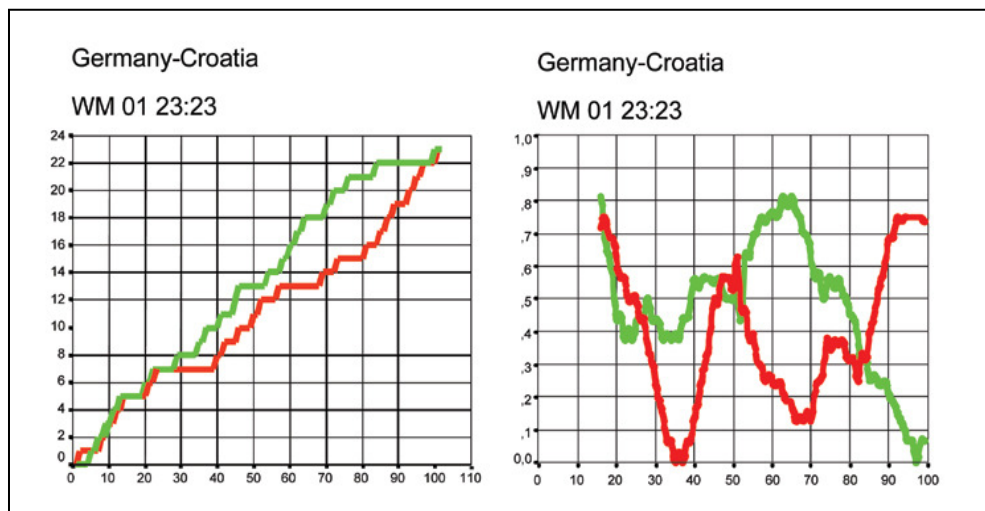


Abb. 10: a) Torerfolgsentwicklung während eines Handballspiels; b) gleitendes Mittel der Torwahrscheinlichkeit (Lames, 2006, S. 559)

Mit dem Modell der relativen Phasen gelingt es, der Forderung zur Modellierung von Sportspielen gerecht zu werden, sowohl „die Interaktion zwischen den beiden Parteien abzubilden, als auch die zeitliche Dynamik des Sportspielverhaltens widerspiegeln“ (Lames & Walter, 2006, S. 9) zu können. Dennoch bleibt es ein beschreibendes Modell. Es stellt die Leistung über den Spielverlauf dar, die Gründe für die sich verändernde Leistungsstärke sind daraus aber nicht abzuleiten. Sollen sie aufgedeckt werden, liefert dieses Vorgehen aber Hinweise zu Zeitpunkten oder Zeiträumen des Spiels, die lohnend erscheinen, das Spielgeschehen hier weiteren Analysen zu unterziehen.

Auch das Interaktions-Modell für Handball von Hein und Perl (1997) ist ein Beitrag zur beschreibenden Theorie der strategisch-taktischen Spielwirklichkeit (Abb. 11).

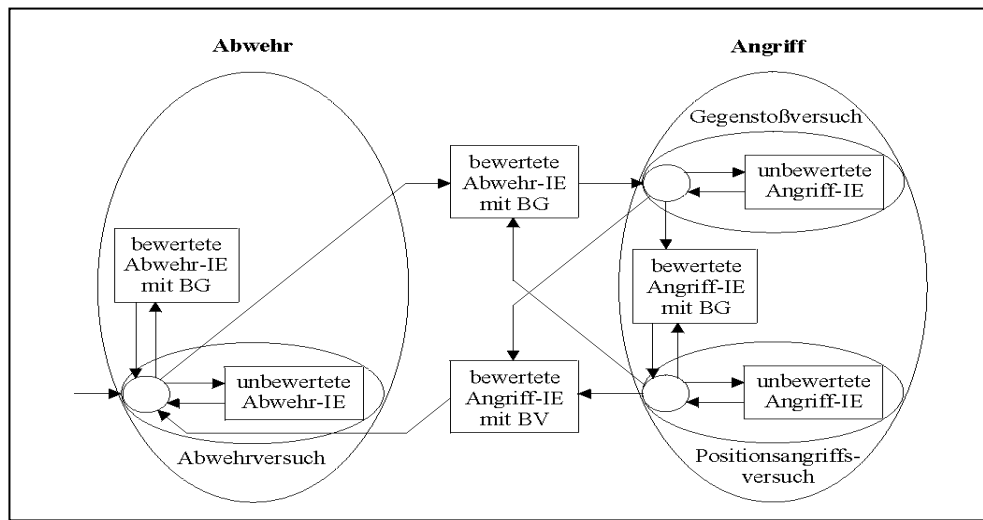


Abb. 11: Beispiel eines Prozeß-Schemas für Handball (Perl, 1997, S. 79)

Es wurde für das Handball-Analyse-System (HANsy) mit dem Ziel entwickelt, das taktische Spielverhalten in seiner zeitlich-prozessualen Struktur zu erfassen, um es gezielt beobachten, beschreiben und analysieren zu können. Diesem Modell liegt das Konzept der Zustands-Ereignis-Modellierung zugrunde und es besteht somit aus Konstellationen (Zuständen) und Interaktionseinheiten (Ereignissen). Das in Abbildung 12 dargestellte Interaktions-Modell für Handball ist aus drei Ebenen aufgebaut (vgl. Perl, 1997, S. 79):

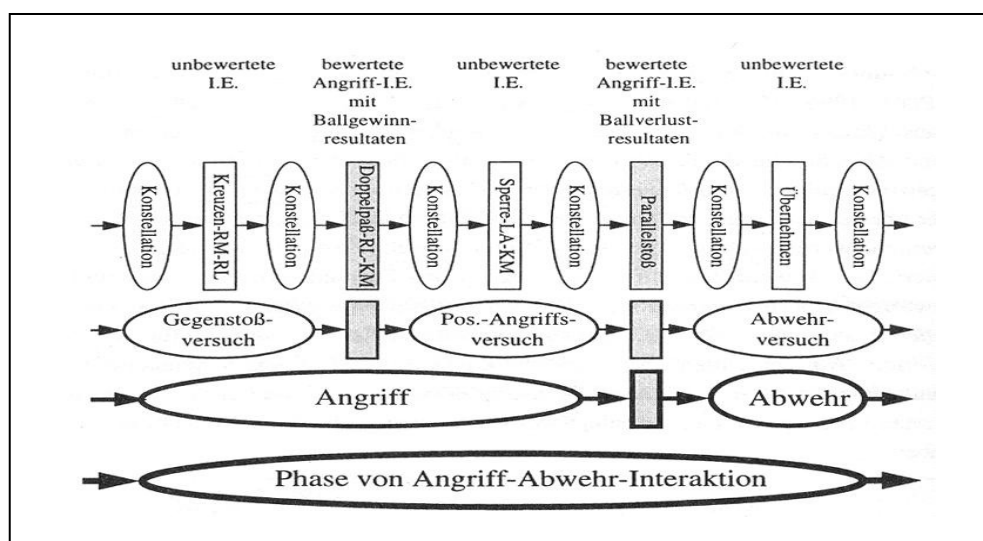


Abb. 12: Beispiel eines Prozeß-Schemas für Handball (Perl, 1997, S. 79)

Zunächst werden die Zustände *Angriff* und *Abwehr* beschrieben, die durch die Ereignisse *bewertete Abwehr-Interaktionseinheit mit Ballgewinnresultaten* und *bewertete Angriff-Interaktionseinheit mit Ballverlustresultaten* ineinander übergeführt werden. Auf der nächsten Ebene werden die beiden Zustände weiter zerlegt, der Zustand *Abwehr* in den Zustand *Abwehrversuch* und das Ereignis *bewertete Abwehr-Interaktionseinheit mit Ballgewinnresultaten*, der Zustand *Angriff* wird ähnlich verfeinert. Auf der dritten Ebene werden diese Zustände und Ereignisse so weit konkretisiert, dass sie bei Beobachtung eines konkreten Prozesses semantisch mit Kategorien- und Attributangaben belegt werden können. Hein (1995, S. 86f.) konkretisiert die abstrakte Beschreibung des Modells für einen Angriffsversuch. Dieser kann in seiner zeitlich-prozessualen Verhaltensstruktur durch Verhaltenstypen wie Angriffsmaßnahmen (individual-, konzeptionell- und gruppentaktischen Angriffsmaßnahmen), Torwurfmaßnahmen und das Grundverhalten Passen-Stoßen beschrieben werden. Diese Verhaltenstypen werden charakterisiert durch Verhaltensaktionen wie beispielsweise Kreuzen RM-RL, Doppelpass LA-KL, Übergang LA mit Ballrichtung oder 1:1-Durchbruch. Die Beschreibung der zeitlichen Dynamik der taktischen Angriffsmaßnahmen erfolgt mittels so genannter Übergangsergebnisse. Bezüglich der Semantik kann ein Angriffsversuch in verschiedene Phasen unterteilt werden, in eine Initial- oder Auslösephase (Beginn der Reduktion der Abwehrorganisation), eine Folgephase, eine Abschlussphase und eine Torwurfphase.

Während bisher das Spielverhalten in seiner zeitlich-prozessualen Struktur erfasst wurde, um es gezielt beobachten, beschreiben und analysieren zu können, macht Pfeiffer (2004) das technisch-taktische Verhalten zum Gegenstand der Leistungsdiagnostik. Dazu entwickelt er für das Angriffsspiel zunächst ein Phasenmodell der Verlaufsstruktur (siehe Abb. 13).

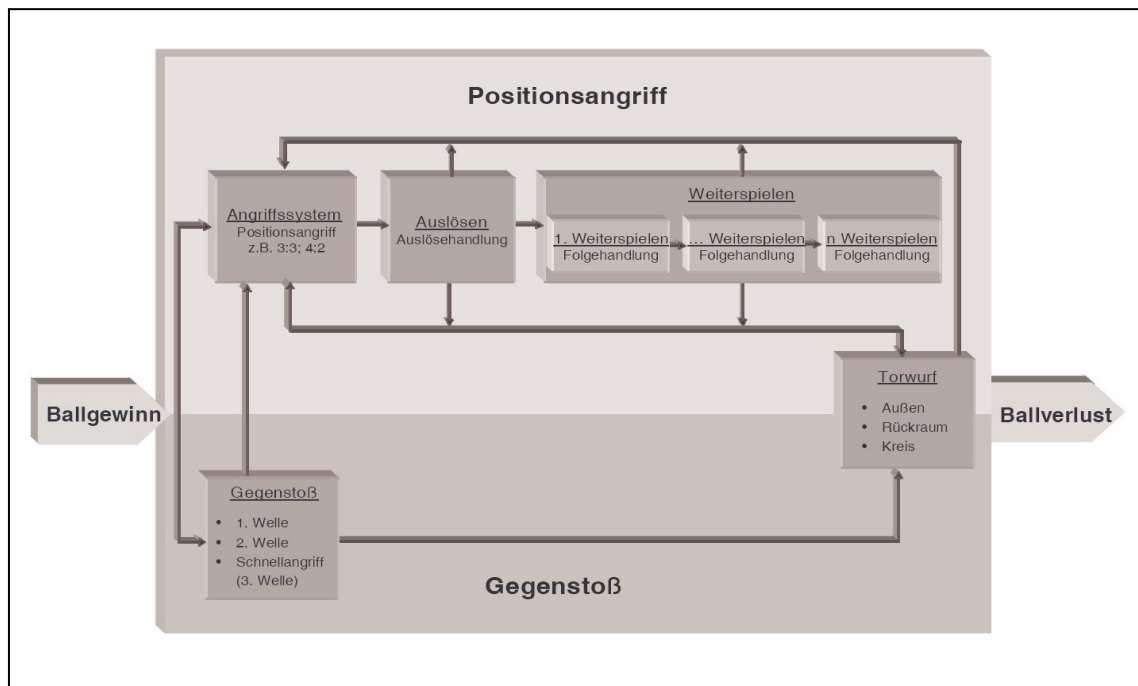


Abb. 13: Phasenmodell der Verlaufsstruktur für das Angriffsspiel im Handball (Pfeiffer, 2004, S. 113)

Dieses ist wiederum Grundlage für das Beobachtungssystem (Abb. 14).

| | Beobachtungseinheit | Merkmal | Merkmalsstufen | Beispiel |
|--|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 1. Strukturebene des Beobachtungssystems | Angriffsversuch | Spielphase/Zustand | Aktion/Interaktions-einheit/Ereignis | Einheit: Angriffsversuch Merkmal: Auslösen Merkmalsstufe: Täuschung |
| 2. Strukturebene des Beobachtungssystems | Spielphase/Zustand | Aktion/Interaktions-einheit/Ereignis | Technik Grundformen | Einheit: Auslösen Merkmal: Täuschung Merkmalsstufe: Körpertäuschung |
| 3. Strukturebene des Beobachtungssystems | Interaktionseinheit/Ereignis | Technikmerkmale/-elemente | Variationen | Einheit: Täuschung Merkmal: Art der Täuschung Merkmalsstufe: Körpertäuschung mit Überzieher |

Abb. 14: Hierarchisch strukturiertes Beobachtungssystem (modifiziert nach Pfeiffer, 2004, S. 123)

„Mit dem entwickelten Beobachtungssystem wird die Möglichkeit eröffnet, 1. das taktische Verhalten auf der Ebene der Zustände und der Zustandsübergänge zu beschreiben und 2. die konkrete Realisierung der Verhaltensweisen hinsichtlich technisch-taktischer Details differenziert abzubilden“ (Pfeiffer, 2004, S. 123). Diese technisch-taktischen Verhaltensweisen werden bewertet und deren Leistungsrelevanz mit dem Kalkül der Markov-Ketten ermittelt. Damit wird der

modelltheoretische Ansatz vom Lames (1991) auf Mannschaftsportarten übertragen, der aber bei längeren Interaktionsketten, wie beispielsweise bei Spielkombinationen oder auch beim Abwehrverhalten, an seine Grenzen stößt (Pfeiffer, 2004, S. 215).

In der hier vorliegenden Arbeit wird die Spielphase der Positionsabwehr genauer betrachtet, während sich die gegnerische Mannschaft im Positionsangriff befindet. Gegenstoß und Rückzug sollen im zu erstellenden Modell unberücksichtigt bleiben, da hier andere Absprachen zum Tragen kommen. Zu betonen sei an dieser Stelle aber auch, dass der Begriff *Spielzug* später bei der Validierung des Modells noch verwendet wird, dort aber analog der Definition des Deutschen Handballbundes (2007) verwendet wird und einen im Ablauf festgelegten Positionsangriff bezeichnet.

2.1.5 Fuzzy-Modell für Angriff-Abwehr Interaktionen im Handball

Während die bisher vorgestellten Modelle von der Beobachtung des konkreten Verhaltens ausgehen und dabei überwiegend das Angriffsverhalten betrachten und analysieren, stellt Liesegang (1996) mit einem „Fuzzy-Modell für Angriff-Abwehr Interaktionen im Handball“ (Abb. 15) einen anderen Ansatz vor.

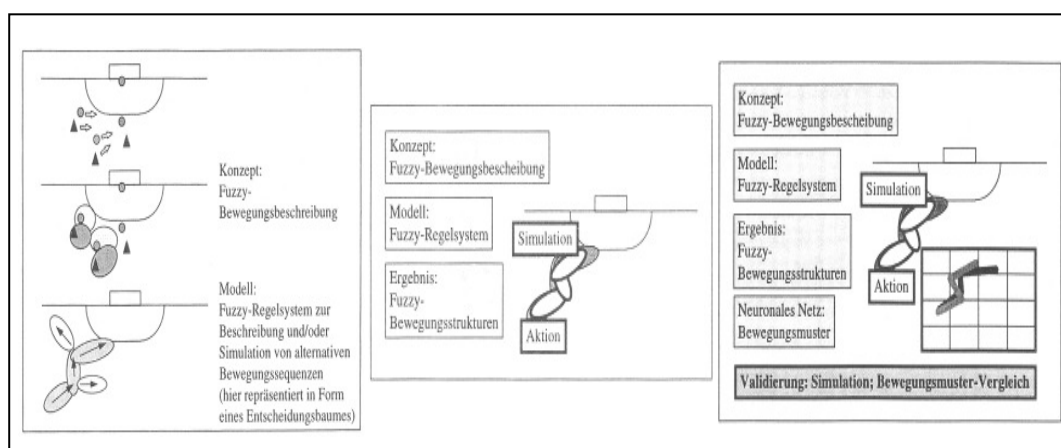


Abb. 15: a) Entwicklung von Fuzzy-Regelsystemen für Bewegungsalternativen, b) Beschreibung und Simulation von Bewegungsstrukturen, c) Validierung und Bewertung durch Bewegungsmuster-Vergleich (aus Perl, 1997, S. 86f.)

Er versucht, „Expertenwissen über die Sportart Handball in möglichst unverfälschter Form umzusetzen“ (Liesegang, 1996, S. 33). Da das Experten- und

Erfahrungswissen als unscharfes Wissen vorliegt und er das Ziel verfolgt, dieses unscharfe Wissen möglichst unverfälscht darzustellen, greift er zu der Methode der Fuzzy-Modellierung. Dazu stellt er die Aufenthaltsbereiche der Spieler durch Fuzzy-Mengen dar und modelliert die Bewegung der Spieler mit Schritten als kleinste Handlungseinheiten (Abb. 16).

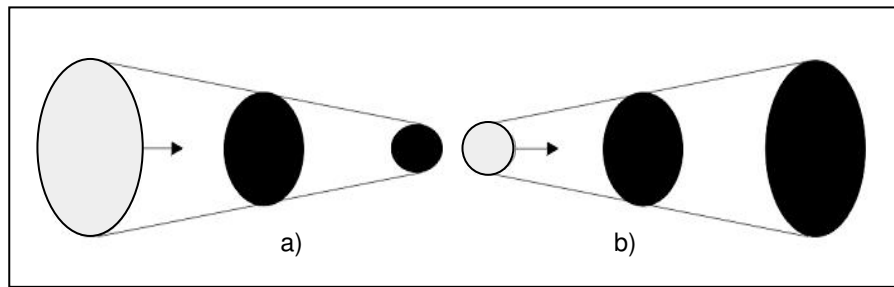


Abb. 16: Schritt in Richtung eines Spielers, der einen a) kleineren bzw. b) größeren Aufenthaltsbereich hat (Liesegang, 1996, S. 33)

Er unterscheidet dabei Schritte, die in eine bestimmte Richtung ausgeführt werden und solche, die auf ein bestimmtes Ziel hin gerichtet sind. „Das Ergebnis waren Fuzzy-Prozessmuster, die typisches Verhalten deutlich besser modellierten als Zeitreihen von Positionen mit (scheinbar) mehr oder weniger zufälligen Koordinaten“ (Perl, 2007, S. 67).

Diese Art der Modellierung – Expertenwissen des Abwehrverhaltens umzusetzen – entspricht durchaus dem Vorgehen dieser Arbeit. Der Unterschied ist jedoch folgender: Meines Erachtens liegt das Wissen um das Abwehrverhalten nicht in unscharfer Form vor. Die Regeln zur Entscheidung für eine Aktion sind durchaus scharf und eindeutig. In welcher Weise sich diese Aktion dann aber konkretisiert ist von der jeweiligen Situation und Spielweise abhängig und mag den Eindruck der Unschärfe vermitteln. Eine Untergliederung des Verhaltens in eine Entscheidung für eine Aktion sowie deren situationsangepasste Ausführung könnte somit möglicherweise zielführender sein, wenn es sich um die Vermittlung von regelbasiertem Wissen handelt.

2.1.6 Sonifikation – Modell Taktikanalyse

Sonifikation ist die Darstellung von Daten mittels Klängen und Geräuschen. Dieses Verfahren könnte bei interaktiven Biofeedbacksystemen für taktisches Verhalten in Sportspielen eingesetzt werden und ist für Handball bereits von

Höner, Hermann und Grunow (2004) angewendet worden. Dazu betrachten sie das Abwehrverhalten einer 6:0-Deckung gegen die Angriffsvariante Durchspielen. Das real gezeigte Verhalten wird mit Sollwerten verglichen und bei fehlerhaftem Verhalten wird den Spielern akustisch Rückmeldung gegeben. Das bedingt zum einen die Aufnahme des realen Verhaltens (Abb. 17a) und dessen Verarbeitung, zum anderen aber auch die Kenntnis um das richtige Verhalten (Abb. 17b).

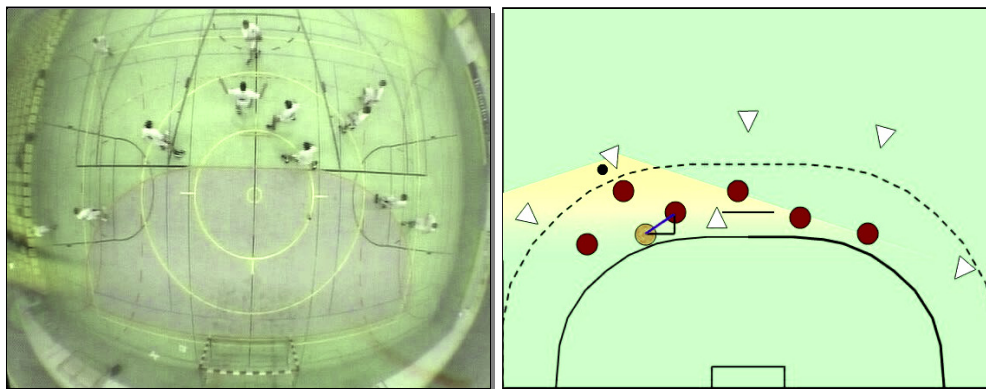


Abb. 17: a) Aufnahmeperspektive der 6:0 Deckung und b) Euklidische Distanz zwischen tatsächlicher Position (heller Kreis) und Sollwert-Position (dunkler Kreis) des Verteidigers Mitte-Rechts. Die Intensität des hellen Lichtkegels repräsentiert die Relevanz der aktuellen Position (Höner, Hermann & Grunow, 2005, S. 228)

Zur Bestimmung des richtigen Verhaltens wurden für diese Szenarios „drei sich ergänzende Zugangsweisen gewählt“ (Höner et al., 2005, S. 228). Zunächst wurde ein Prototyp der in dieser Arbeit erstellten Simulation verwendet². Dazu wurden die Ortskoordinaten der realen Angreifer eingespielt und dann die simulierten Koordinaten der Abwehrspieler extrahiert. Des weiteren wurden Interviews mit Trainerexperten geführt. Dabei sollten sie für schematisierte Angriffssituationen die sechs Abwehrspieler optimal positionieren. Diese Konstellationen wurden als Einzelbilder gespeichert und zu einer Videosequenz zusammengefügt. Und als drittes wurden die erstellten Videosequenzen erfahrenen Handballern vorgeführt, die dieses Abwehrverhalten gegen einen realen Angriff zeigen sollen.

² Für dieses Projekt kam eine sehr frühe Version der Software zum Einsatz. Die in Kapitel 7.3 beschriebene Schnittstelle war aber bereits implementiert und das Modell der 6:0-Deckung hat sich seither nur marginal verändert.

Da geplant ist, dieses Biofeedbacksystem in Realzeit einsetzen zu können (vgl. Höner et al., 2004), sind die zwei letztgenannten Zugangsweisen zur Erstellung von Sollwerten für neue, von dem oben beschriebenen Szenario abweichende Situationen, ungeeignet. Die Simulation hingegen könnte Sollwerte auch für noch nicht da gewesene Situationen schnell liefern, wenn die Einspielung der Ortskoordinaten der realen Angreifer automatisiert werden würde.

2.2 Software im Handball

Im Folgenden soll der derzeitige Stand der computertechnischen Unterstützung zur Darstellung taktischen Verhaltens in der Sportart Handball aufgezeigt werden. Einen Überblick der ausgewählten und im Folgenden beschriebenen Software mit Angabe deren Zielstellung und Einsatzgebiete gibt Tabelle 2.

Tab. 2: Software im Handball

| Name | Ziel / Inhalt | Einsatzgebiet |
|----------------------------------|---|--------------------------------|
| easy2CoachPro | Graphiken erstellen, Verwaltung, Spielanalyse | Training, Verwaltung, Leistung |
| SportCoaching Trainer | Graphiken erstellen, Datenbank, verschiedenen Medien verknüpfen | Training, Schulung, Lehre |
| easy Animation Handball | Animationen erstellen | Schulung, Lehre |
| Taktik-Mental / Handball Tactics | Animationen erstellen, mittels Video, Lernfortschritt kontrollieren | Schulung, Lehre |
| Handball Manager | Eine Mannschaft managen | Spiel |

2.2.1 Easy2Coach Pro

Easy2CoachPro ist eine modular aufgebaute und vielseitige Software, die sowohl im Handballtraining als auch zum Teammanagement und der Spielanalyse eingesetzt werden kann (www.handball-software.de).

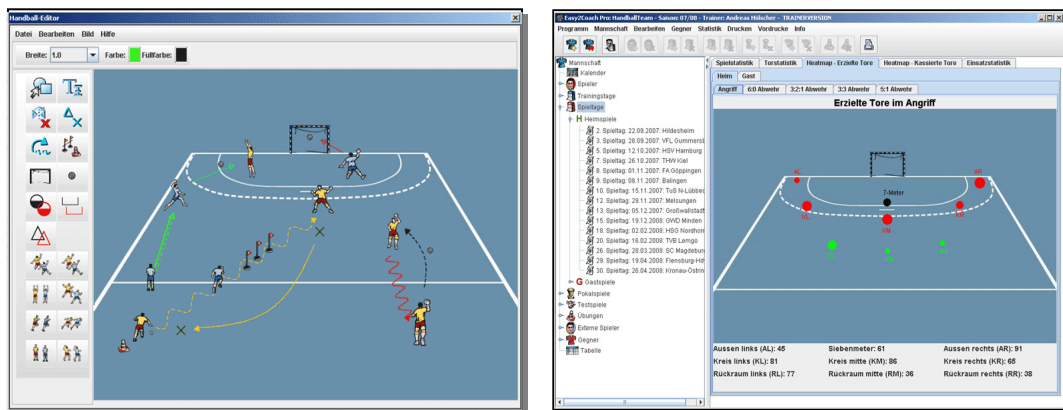


Abb. 18: Screenshots der Software Easy2Coach Pro a) Übungserstellung und b) Heatmap des Angriffsverhaltens (siehe www.handball-software.de)

Die Software kann als statisches Darstellungsmedium zur Verdeutlichung des Spiel- oder Übungsgeschehens (Abb. 18a) genutzt werden. Interessant sind hier vor allem die möglichen Statistiken, die die manuell eingegebenen Kenndaten von taktischem Verhalten als Tabellen oder als Heatmaps aufbereitet ausgeben. Abbildung 18b zeigt beispielhaft die quantitative Darstellung des Angriffserfolgs auf den verschiedenen Positionen. Es können aber auch die Torwurfpositionen und das Abwehrverhalten unter anderem in den 6:0-, die 5:1- und die 3:2:1-Abwehrformationen ausgewertet werden.

2.2.2 SportCoaching Trainer

Die Software SportCoaching Trainer der Firma Global Sport Solution (siehe www.globalsport.de) dient der Visualisierung der Geschehnisse auf dem Spielfeld, wobei hier der Schwerpunkt auf der vielseitigen Verwendung der einmal eingebrachten Inhalte und der Verknüpfung verschiedener Medien liegt (Abb. 19).



Abb. 19: Screenshots der Software SportCoaching Trainer der Firma Global Sport Solution (siehe www.globalsport.de)

Aus diesem Grund fußt das System auf einer Datenbank. Die Inhalte werden in einer vorstrukturierten Art eingegeben und können so in verschiedener Form ausgegeben und damit auch zu unterschiedlichen Zwecken präsentiert werden.

2.2.3 easy Animation Handball

Die Animationssoftware *easy Animation* der Firma *easy Sports-Software* (Abb. 20) stellt die Geschehnisse auf dem Spielfeld in dynamischer Form dar. So können Trainingsformen wie auch Spielsysteme und allgemeines taktisches Verhalten in bewegten Bildern betrachtet werden (siehe www.easy-animation.com).

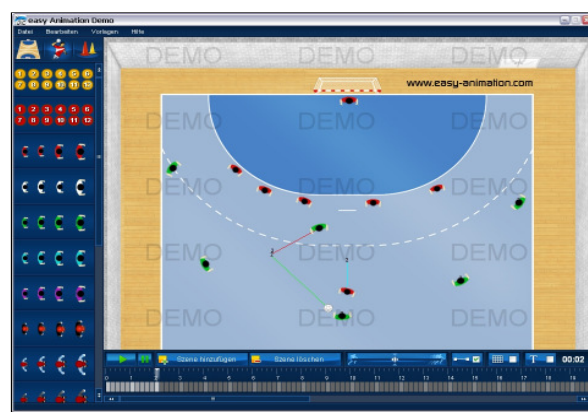


Abb. 20: Screenshot der Software easy Animation Handball

Diese Software soll explizit für die Darstellung von taktischem Verhalten in der Ausbildung und Lehre eingesetzt werden. Aber auch wenn diese Software die

Erstellung von Animationen deutlich vereinfacht, müssen die Szenen zunächst manuell erstellt werden. Erst danach können diese zuvor erstellten unveränderbaren Bildschleifen abgespielt werden.

2.2.4 Taktik-Mental / Handball Tactics

Die Software Taktik-Mental, später auch als Handball Tactics (Abb. 21) benannt, dient der Darstellung des taktischen Verhaltens auf dem Spielfeld (vgl. Schliecke & Blaser, 2006a). Sie wurde in Zusammenarbeit mit Trainern als computergestützte Lösung sowohl zur Vermittlung taktischen Verhaltens als auch zur Lernfortschrittskontrolle entwickelt (vgl. Schliecke & Blaser, 2006b). Ziel dieser Anwendung soll sein, im Selbststudium die taktische Entscheidungsfähigkeit zu verbessern (vgl. Schliecke & Blaser, 2008).

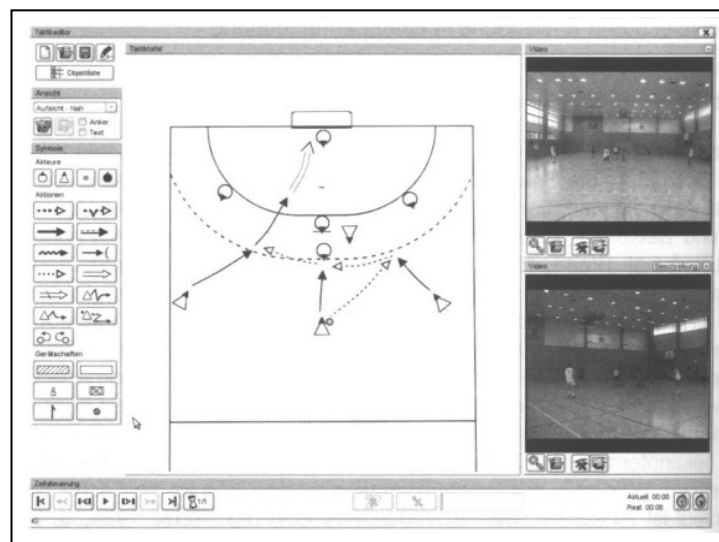


Abb. 21: Screenshot der Software Handball Tactics
(Schliecke & Blaser, 2008, S. 126)

Um dabei die zeitliche Komponente von Spielzügen zu verdeutlichen, bedient man sich auch hier animierter Grafiken. Das Besondere an dieser Software ist aber vor allem, dass die Animationen aus Videoaufnahmen generiert werden können. Die Erstellung der schematischen Bildfolgen kann durch die Übernahme der zeitlich-räumlichen Informationen der Objekte in den vorher aufgezeichneten realen Situationen erleichtert werden. Neben den Möglichkeiten, die Symbole der Spieler direkt zu bewegen oder auch einzelne Aktionen ein- und auszublenden, kann auch die Perspektive auf die virtuelle Taktiktafel frei gewählt werden.

Ein Prototyp von *Handball Tactics* wurde von professionellen Handballtrainern des Nachwuchsbereichs validiert, indem mittels Fragebogen Einschätzungen zur Software abgegeben wurden (vgl. Schliecke & Blaser, 2008). Das System wurde als sehr nützlich für das taktische Training im Jugendbereich bewertet. Die Einschätzungen in Bezug auf die Medienauswahl und -präsentation waren positiv und insbesondere das virtuelle Taktikboard bekam eine der besten Bewertungen. Als Hauptkritikpunkt wurde der Aufwand bei der Erstellung des Lehrmaterials sowie bei der Präsentation genannt, wenngleich die animierten Spielzüge als „echter Fortschritt bewertet wurden“ (Schliecke & Blaser, 2008, S. 128).

Der Schwerpunkt dieser Software liegt, ebenso wie in dieser Arbeit, auf der Verdeutlichung von Wenn-Dann-Entscheidungsregeln sowie der Förderung des taktischen Denkens (vgl. Schliecke & Blaser, 2006a). Darüber hinaus ermöglicht die Software qualitative Aussagen über den Lernerfolg. Die Generierung der Spielzüge aus Videoaufnahmen ist hier die bedeutendste Neuerung, welche die Erstellung der Animationen erheblich vereinfacht. Es besteht aber weiterhin der Nachteil, dass auch hier eben nur die vorher erstellten Situationen betrachtet werden können. Eine Simulation mit der Möglichkeit der Interaktion im Sinne des Eingreifens des Betrachters in die gezeigten Situationen ist nicht enthalten.

2.2.5 Der Handballmanager

Der Handballmanager (Abb. 22) ist eine Software der Firma The Games Company (siehe www.heimspiel-handballmanager.de).



Abb. 22: Screenshot der Software Handballmanager

Inhalt und Ziel sind das Managen von Mannschaften und diese mittels geschicktem Verhalten erfolgreich durch die Saison zu führen. Dies betrifft neben der Errichtung von Trainingshallen, Durchführen von Trainingslagern, Verhandeln um Werbeverträge unter anderem auch die Aufstellung und die Taktik der Mannschaften festzulegen. Es kann beispielsweise der Einsatz der Spieler manipuliert werden, deren Spielfeldbereich, Grad an Fairness, sowie die Anzahl von Tempogegenstößen und Rückraumwürfen bestimmt und die Geschwindigkeit des Spelaufbaus festgelegt werden. Als Abwehrsysteme sind hier die 6:0-, die 5:1-, die 4:2- oder die 3:2:1-Abwehr wählbar und im Angriff kann mit einem oder mit zwei Kreisläufern agiert werden. Auf der Grundlage solcher Vorgaben wird ein Spielgeschehen gezeigt, das zwar in einer beeindruckenden 3D-Grafik zu betrachten ist. Aber das Verhalten der Spieler ist keine Interaktion der Spieler im aktuellen Spielgeschehen, sondern es werden Szenen gezeigt, deren Auswahl und Ablauf neben den oben beschriebenen Vorgaben vor allem von dem gewünschten Spielergebnis abhängt. In das Spielgeschehen kann mit Ausnahme von Spielerauswechslungen und Aufstellungsänderungen auch nicht weiter eingegriffen werden. Das Verhalten der Spieler an sich kann also nicht manipuliert werden, etwa um die Reaktionen der anderen Spieler darauf zu beobachten oder auch nur, um es als Präsentationstool zur theoretischen Auseinandersetzung mit dem taktischen Verhalten im Handball zu nutzen.

In diesem Kapitel wurde eine Reihe von Computersoftware zur Darstellung des Verhaltens im Handball vorgestellt. Einige dienen sogar explizit der Vermittlung der Wenn-Dann-Regeln, aber keines der vorgestellten Systeme enthält dieses Regelsystem. Bisher müssen auch noch die Bildfolgen zur dynamischen Darstellung des komplexen Verhaltens von Experten mit einem erheblichen Aufwand erstellt werden. Ein Computerprogramm zur Simulation von taktischem Verhalten im Handball – so wie es das Ziel dieser Arbeit ist – existiert bisher nicht.

3 Methodische Grundlagen zur Modellierung und Simulation

Im Folgenden werden ausgewählte Aspekte der methodischen Grundlagen von Modellen, Expertensystemen und Simulationen soweit ausgeführt, wie sie der Einordnung der vorliegenden Arbeit dienlich sind. Auf grundlegende Literatur sei an dieser Stelle nur verwiesen. Am Ende eines jeden Abschnittes wird jeweils konkret Bezug zur Umsetzung des Beschriebenen in der vorliegenden Arbeit genommen. Die Anwendung dieser theoretischen Grundlagen wird dann ab Kapitel 4 zur Entwicklung des eigenen Modells und der Simulation vollzogen.

3.1 Modell

3.1.1 Grundlagen

Ein Modell ist im Allgemeinen ein Abbild oder die gedankliche Konstruktion eines bestimmten Ausschnitts der Wirklichkeit³. Perl und Uthmann (1997, S. 43) grenzen den Begriff der Wirklichkeit für den Bereich der Informatik ein und fassen das Modell als „ein abstraktes Abbild eines Systems. Es dient der Diagnose des Systemzustandes und der Prognose des Systemverhaltens“. Modelle werden also vor allem dann eingesetzt, wenn es nicht möglich oder sinnvoll ist, die Wirklichkeit, also das reale System selbst zu untersuchen. So wird das Modell als Abbild des Systems zur näheren Betrachtung herangezogen (vgl. Bossel, 1994; Lames, 1994).

Auch in der Sportwissenschaft wird „immer häufiger die Methode der Modellierung [...] herangezogen, um komplexe Situationen beschreibbar zu machen, Phänomene zu erklären und nicht direkt meßbare Bewegungs- und Belastungsparameter abzuschätzen“ (Brüggemann, 1998, S. 19).

³ Auf grundlegende Literatur zur Modellbildung in der Sportwissenschaft sei auf Perl, Lames, und Miethling (1997) sowie auf Perl, Lames und Glitsch (2002) verwiesen.

Ein Modell wird nicht nur durch Vereinfachung, Abstraktion und Idealisierung der Wirklichkeit gewonnen (vgl. Elpel, 1991, S. 107). Für Perl und Uthmann (1997, S. 44)

spielt das Prinzip der Abstraktion im Sinne einer notwendigen Beschränkung auf wesentliche Aspekte des Systems eine zentrale Rolle [...]. Erst eine solche Reduktion ermöglicht es in der Regel, komplexe Systemstrukturen und Interaktionen gedanklich zu erfassen. Andererseits kann durch die Abstraktion ein ungewollter Informationsverlust auftreten, der zur Verfälschung der Systemabbildung im Modell führt.

Außerdem muss nach Lames (1998, S. 91) auch „je nach Modellierer und Modellzweck eine Auswahl der abgebildeten Attribute getroffen werden“. Es gilt also, ein gutes Maß an Komplexität zu finden⁴. „Das heißt, es wird versucht, ein Modell zu erstellen, das im Rahmen der Anforderungen das System *genau genug* abbildet. [...] Nur die hinsichtlich der Anforderung *wesentlichen* Aspekte des Systems müssen in einem korrekten Modell adäquat erfaßt sein“ (Perl & Uthmann, 1997, S. 45).

Weiter stellen Perl und Uthmann (1997a) fest, „daß der Modellbildungsprozess umso komplizierter wird, je komplexer das System und je anspruchsvoller die Zielsetzungen hinsichtlich des Modelleinsatzes sind.“ Spriet und Vansteenkiste (1982, S. 22f.) unterscheiden in diesem Zusammenhang drei Stufen der Modellierung. Zum einen die Modellierung der Input-Output-Relation des Originals, zweitens die Modellierung der Zustände, die das prozessuale Verhalten des Originals abbildet. Aber erst die dritte und höchste Stufe, die Modellierung der komplexen Struktur des Originals, bildet die Substrukturen und ihre Wechselwirkungen ab und ermöglicht ein *Verstehen* des Originals anhand des Modells. Grundsätzlich ist also „ein strukturelles white box-Modell einem pragmatischen black box-Modell unter dem Aspekt des System-Verstehens vorzuziehen“ (Perl, 2002, S. 20).

Die Komplexität des Modells darf aber vor allem dann nicht zu hoch gewählt sein, wenn es um ein Systemverstehen im Sinne des Lernens der Vorgänge im System geht. „Ein Schulungsmodell insbesondere weicht zum Beispiel vom

⁴ Dem Thema der „Komplexität als Problem der Modellbildung in der Verhaltenswissenschaft“ nimmt sich Lames (2002) an.

Modell für den Variantenvergleich ab, äußerlich wegen der anderen Ergebnispräsentationsbedürfnisse, innerlich aber auch, weil für die Schulung weniger, aber ausdrucksfähigere Steuergrößen angestrebt werden als für das Laborinstrument“ (Bauknecht, Kohlas & Zehnder, 1976, S. 51).

Die *Wirklichkeit* der hier vorliegenden Arbeit ist das Lehrbuch- und Expertenwissen des optimalen und absprachegerechten Abwehrverhaltens. Da dieses Verhalten in seiner Reinform schwer zu beobachten und in seiner Komplexität und Dynamik schwer zu beschreiben ist, ist es sinnvoll, ein Modell zur näheren Betrachtung heranzuziehen (vgl. Bossel, 1994; Lames, 1994). Der Modellzweck ist explizit das *Verstehen des Systems*, somit ist ein strukturelles white box-Modell gefordert (vgl. Perl, 2002, S. 20). Und da aus diesem Grund das innere Funktionieren des Originals abgebildet werden muss, handelt es sich nach Spriet und Vansteenkiste (1982, S. 22f.) um ein Modellieren auf der dritten und damit höchsten Stufe. Im Vergleich zur Modellierung des realen Sportspiel Handball sind dabei nicht alle Teile des gesamten Systems zu erfassen. Da es vor allem um das Verstehen und die gedankliche Erfassen der komplexen Systemstrukturen und Interaktionen des Abwehrverhaltens geht, ist eine Beschränkung auf die wesentlichen Aspekte des Systems sinnvoll (vgl. Perl & Uthmann, 1997, S. 44).

3.1.2 Modellbildung

Modellbildung ist der Prozess der formalisierten Abbildung eines als System erfassten Objektes. Grundlegender Ausgangspunkt ist die Bestimmung des Modellzwecks. Der „erste Schritt zur Entwicklung eines Modells ist die möglichst exakte und vollständige Problemformulierung (Was soll das Modell für wen leisten?)“ Rockmann-Rüger (1991, S. 99). Hildebrand, Drenk, Krug, Schnabel und Witt (1997, S. 148f.) definieren folgende Arbeitsschritte zur Modellbildung:

1. Die Festlegung des Zweckes des Modells, die Ableitung der methodischen Zielstellung, die Analyse der wichtigen Größen des Objektes.
2. Die Sammlung des a priori Wissen einschließlich empirischer Daten über das Objekt. Die Festlegung sinnvoller Variationsbereiche der Eingangs- und Steuergrößen. Dabei sollte auch das empirische Wissen und die Messdaten einer Prüfung und Glaubwürdigkeit unterzogen werden.

3. Die Konstruktion des mathematischen Modells. In dieser Etappe wird das qualitative Verhalten des Objekts berücksichtigt.
4. Die Erarbeitung des Computerprogramms unter Verwendung problemorientierter Simulationssprachen bzw. Simulationssystemen.
5. Die Modellprüfung und Korrektur.

In der vorliegenden Arbeit dienen diese Arbeitsschritte der Strukturierung der Darstellung der Ergebnisse nach vollendetem Modellierungsprozesses. So entsprechen die aufgeführten Arbeitsschritte 1 bis 5 den Kapiteln 4 bis 8 dieser Arbeit. Das Vorgehen des Modellierungsprozesses an sich ist vor allem bei regelbasierten Systemen keineswegs so linear wie dargestellt.

Da wesentliche von unwesentlichen Aspekten aber häufig nicht vor der Validierung des Modells zu unterscheiden sind, stellt der mit der Abstraktion verbundene Bewertungs- und Einordnungsprozeß das zentrale Problem der Modellbildung dar, das in der Praxis nur durch iterative, das heißt schrittweise wiederholte und revidierte Vorgehensweise gelöst werden kann: Modellbildung ist ein iterativer Prozeß. (Perl & Uthmann, 1997, S. 45f.)

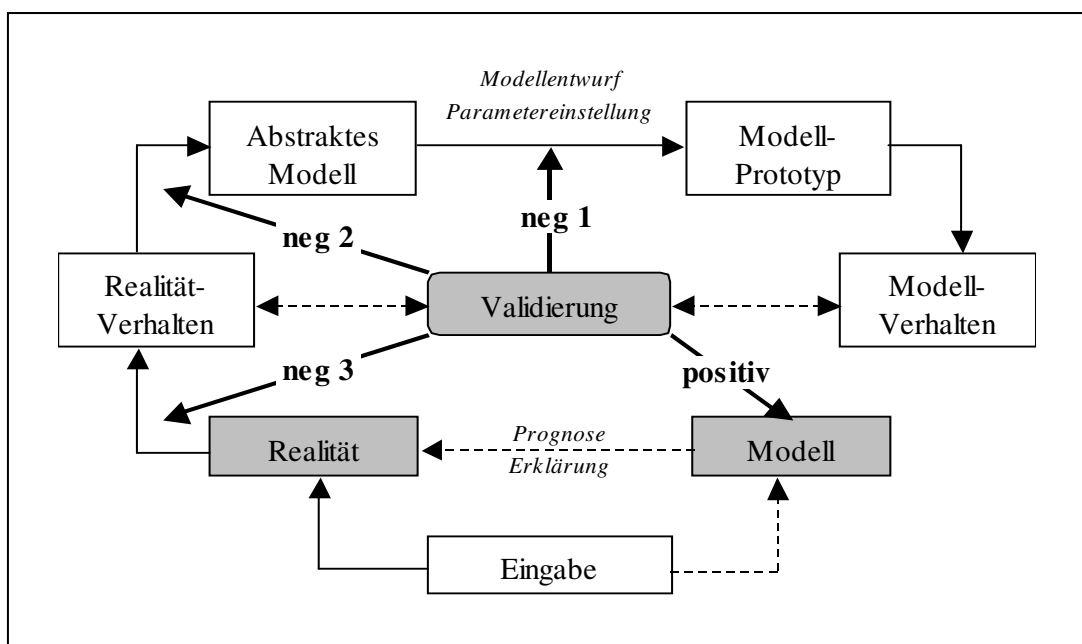


Abb. 23: Modellbildung als iterativer Prozeß (Perl & Uthmann, 1997, S. 45)

Die Abbildung 23 illustriert diesen iterativen Prozeß der Modellbildung. Die Validierung nimmt dabei eine zentrale Stellung ein, denn von ihrem Ergebnis hängt das weitere Vorgehen ab. Kommt sie zu einem positiven Ergebnis, wird das Modell angenommen. Fällt sie negativ aus, so muss entweder die Parametereinstellung geändert werden (negativ 1) oder ein Wiedereintritt in den zykli-

schen Prozess erfolgen, falls das vorhandene Wissen nur nicht vollständig abgebildet wurde (negativ 2). Im dritten Fall der negativen Bewertung (negativ 3) liegt noch nicht genügend Wissen vor. Es muss in weiteren Schritten akquiriert werden. Perl und Uthmann (1997, S. 46) machen mit diesen Ausführungen deutlich, dass es nicht genügt, das fehlerhafte Wirken eines Modells festzustellen. Um Hinweise für das weitere Vorgehen zur Verbesserung des Modells zu finden, müssen diese Fehler bezüglich ihrer Ursache analysiert werden.

3.2 Expertensystem

3.2.1 Grundlagen

Ist der Modellierungsgegenstand Wissen wie in der vorliegenden Arbeit und sollen Gedanken- und Entscheidungsvorgänge betrachtet werden, so sind wissensbasierte Systeme das Konzept der Wahl. Eine Form der wissensbasierten Systeme sind Expertensysteme, die „das Spezialwissen eines Experten (insbesondere auch seine Erfahrungen ausgedrückt in Heuristiken und Faustregeln) geeignet repräsentieren können [und sie] versuchen, den Problemlösungsprozeß des Experten nachzuvollziehen (zu simulieren). Auf Wunsch kann dieser Prozeß auch vom System erklärt werden“ (Schröder & Uthmann, 1997, S. 118).

Expertensysteme verfolgen also das Ziel, Spezialwissen und Schlussfolgerungsfähigkeiten qualifizierter Fachleute nachzubilden und zu erklären. Dabei ist es ihnen im Gegensatz zur konventionellen Datenverarbeitung typisch, dass sie das Wissen und das Problemlösungsverfahren voneinander trennen (vgl. Schröder & Uthmann, 1997, S. 116f.; Beierle & Kern-Isberner, 2008, S. 11; Mönch, 2006, S. 30). Denn daraus ergeben sich folgende Vorteile:

- Das Wissen kann von den Experten formuliert werden, ohne die komplexe Struktur des gesamten abzubildenden Systems beachten zu müssen.
- Die Übertragbarkeit auf ähnliche Systeme ist vereinfacht. Das spezifische Wissen kann einfach ausgetauscht werden, während das Verfahren zur Verarbeitung übernommen oder angepasst wird.

Expertensysteme können in ihrer Art bzw. nach ihrer Vorgehensweise unterschieden werden:

Induktive Expertensysteme beziehen ihr Wissen aus einer hohen Anzahl von Beispielen (Daten oder Fakten) oder Fallstudien, leiten also das Allgemeine aus dem Speziellen ab (vgl. Karagiannis & Telesko, 2001, S. 110). Mittels eines Logarithmus werden Regeln abgeleitet, um zu Schlussfolgerungen oder Empfehlungen zu gelangen. Der aktuelle Fall wird dann mit den verarbeiteten Beispielen hinsichtlich Übereinstimmungen oder Ähnlichkeiten verglichen. Auf diese Art können einfache Probleme von nicht zu großem Umfang bearbeitet werden, ohne dass die Struktur des Lösungsfindungsprozesses bekannt sein muss. Es müssen also lediglich passende Beispiele gefunden und in sachgerechter Form aufbereitet werden.

Regelbasierte Expertensysteme operieren dagegen mit Regeln und Fakten. Wenn auch der Weg der Entscheidungsfindung (die Art der Abarbeitung der Regeln) bekannt ist, können die Eingabedaten des aktuellen Falles nach diesen Regeln verarbeitet werden. „Regelbasierte Formalismen sind die bekanntesten und am weitesten verbreiteten Wissensrepräsentationsformen bei Expertensystemen. Die starke Verbreitung von Regeln begründet sich darin, dass Menschen (insbesondere auch Experten) ihr Wissen oft in Form von Regeln formulieren“ (Schröder & Uthmann, 1997, S. 120). Weitere Ausführungen zu *Regeln* und *Fakten* sind in Kapitel 3.2.2 zu finden.

Einteilungsmöglichkeiten von Expertensystemen sind nach Kurbel (1992, S. 137ff.) die Unterscheidung nach *Problembereichen* sowie die Betrachtung der verschiedenen *Anwendungsgebiete*. Als Problembereiche werden die Bereiche *Klassifikation*, *Diagnostik*, *Design*, *Planung* oder *Simulation* genannt. Unter Differenzierung in Anwendungsgebiete unterscheidet er beispielsweise *Interpretationssysteme*, *Prognosesysteme*, *Diagnosesysteme*, *Überwachungssysteme*, *Reparatursysteme*, *Lehrsysteme* und *Systeme zur Fehleranalyse und -behebung*.

Die dieser Arbeit zugrundeliegende Modellierungsaufgabe ist den regelbasierten Expertensystemen zuzuordnen. Denn es sollen auf der Grundlage von Expertenwissen Regeln abgeleitet werden, die einem Computerprogramm erlau-

ben, eine Reaktion des Systems – das Abwehrverhalten – zu berechnen. Auf beliebige Anfragen durch den Benutzer soll die Abwehr automatisch mit dem richtigen, absprachegerechten Verhalten reagieren. Das Expertenwissen soll so aufbereitet werden, dass das korrekte Abwehrverhalten simuliert werden kann und zusätzlich die zugrunde liegenden Regeln sowie der Problemlösungsprozess auf Anfrage vom System erklärt werden. Im Hinblick auf die Trennung von Wissen und Problemlösungsverfahren soll die vereinfachte Wissensaufnahme und die mögliche Übertragbarkeit auf andere Spielsportarten verfolgt werden. Wenn es bezüglich der Problembereiche eingeteilt werden soll, so fällt es in den Bereich der Simulation. Betrachtet man es unter dem Aspekt des Anwendungsgebietes, so ist es ein Prognose- bzw. ein Lehrsystem.

Da die Konzeption von Expertensystemen auch dieser Arbeit zugrunde liegt, wird der Aufbau von Expertensystemen im Folgenden etwas detaillierter beschrieben.

3.2.2 Komponenten eines Expertensystems

Owusu, Willis, Jennings, Ndumu und Newton (1998, S. 122) nennen 3 Haupt-Komponenten eines Expertensystems, wenn es zur Vorhersage oder für Was-wäre-wenn-Analysen eingesetzt werden soll:

- a knowledge base: - A collection of human expertise.
- an inference engine: - This controls the way in which knowledge is used to deduce results.
- a user interface: - This provides a convenient method of interaction for the user.

Werden an das System weitere Ansprüche gestellt, so sind diese Komponenten noch zu erweitern (Schröder & Uthmann, 1997, S. 118). Abbildung 24 zeigt den strukturellen Aufbau eines Expertensystems, der im Folgenden etwas detaillierter beschrieben wird.

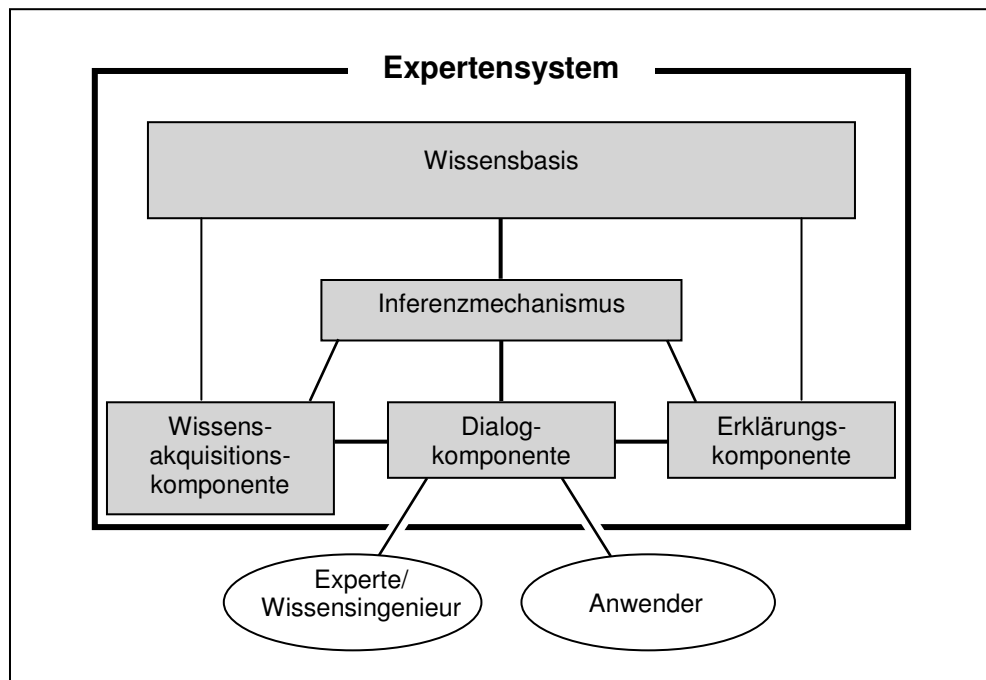


Abb. 24: Struktureller Aufbau eines Expertensystems (modifiziert nach Schröder & Uthmann, 1997, S. 118)

Die Grundlage eines Expertensystems ist die *Wissensbasis*. Hier ist das Wissen in Form von Expertenwissen, Fachwissen, Fakten, Regeln, Logik, Daten, Beispiele oder ähnlichem abgelegt. Wie das Wissen hier repräsentiert wird, ist von der Art des Expertensystems abhängig. Bei induktiven Expertensystemen werden Beispiele verwendet, die in der Wissensbasis oft in Matrixform (auch Induktionstabelle) dargestellt werden, um für die maschinell erstellten Regeln verarbeitbar zu sein. Bei regelbasierten Systemen liegt das Wissen in Form von Regeln und Fakten vor.

Eine Regel besteht aus einer Prämisse (linke Seite der Regel) und einer Konklusion (rechte Seite der Regel, vgl. Rechenberg & Pomberger, 2006, S. 1058). Beispielsweise ist in der Regel „wenn der Anlasser defekt ist, dann startet das Auto nicht“ der erste Teil „wenn der Anlasser defekt ist“ die Prämisse (die Vorbedingung). Und „dann startet das Auto nicht“ ist die Konklusion (die Deduktion, die logische Schlussfolgerung). Solch eine Regel kann auch dazu benutzt werden, Aktionen auszuführen, wenn die Prämisse erfüllt ist („Wenn das Auto nicht startet, dann prüfe den Benzinstand“). Sowohl die Regelprämisse als auch die Regelkonklusion können durch die Verwendung von Operatoren (ODER, UND, >, ...) deutlich erweitert (vgl. Schröder & Uthmann, 1997, S. 121) und mit Hilfe

von Variablen kann die Ausdrucksstärke zudem erhöht werden (Kurbel, 1992, S. 49f.). Fakten sind ein Spezialfall der Regeln. Sie sind Regeln ohne Prämisse und werden deshalb auch unkonditionierte Regeln genannt. Sie haben immer Gültigkeit, sie sind permanente oder zumindest temporäre Daten (Kurbel, 1992, S. 49f.). Ein Beispiel für ein Fakt ist „ein Auto besitzt einen Anlasser“.

Der *Inferenzmechanismus* wird auch die Problemlösungskomponente genannt. Hier wird die Abarbeitung der Regeln festgelegt (vgl. Schröder & Uthmann, 1997, S. 118). Während bei induktiven Expertensystemen ein Logarithmus die Abarbeitungsregeln ableitet, um zu Schlussfolgerungen oder Empfehlungen zu gelangen, muss beim regelbasierten Expertensystem der Wissensingenieur genau über den Weg der Entscheidungsfindung informiert sein und diesen hier nachvollziehen. Er benötigt also Kenntnis über die Struktur des Lösungsfindungsprozesses des Problems.

Die *Dialogkomponente* ermöglicht die Kommunikation mit dem System. Sie nimmt Problemstellungen entgegen, reicht sie an den Inferenzmechanismus weiter und präsentiert die Lösungsvorschläge (vgl. Knemeyer, 1994, S. 39).

Die *Erklärungskomponente* bietet dem Anwender die Möglichkeit, Informationen über die Verarbeitung des Wissens anzufordern. Es wird aufgezeigt, wie eine Lösung gefunden wurde, welche Regeln einbezogen und in welcher Reihenfolge sie abgearbeitet wurden. Die Begründungen zu den erfolgten Entscheidungen dienen dazu, das komplexe System zu verstehen und sind auch besonders wichtig für den Aufbau der Wissensbasis. Diese kann in besonderem Maße bei der Entwicklung genutzt werden, um bestehende Fehler im System zu lokalisieren (vgl. Bodendorf, 2006, S. 155; Haun, 2007, S. 375).

Die *Wissensakquisitionskomponente* bietet die Möglichkeit, neues Wissen in die Wissensbasis aufzunehmen oder zu ändern und diese auf Konsistenz sowie Vollständigkeit zu überprüfen.

In der vorliegenden Arbeit wird die Erstellung der Wissensbasis (Regelbasis) im Kapitel 6 (Modell des Abwehrverhaltens) beschrieben. Die Entwicklung des Inferenzmechanismus erfolgt im Kapitel 6.4 (Modell der abwehrspezifischen Entscheidungsketten). Da die Simulation (Kapitel 7) der Darstellung des Modells

dient, finden sich auch dort die Erläuterungen zur Dialogkomponente (Kapitel 7.6) und zur Erklärungskomponente (Kapitel 7.8). Eine Wissenserwerbskomponente besitzt das erstellte System nicht.

3.2.3 Entwicklung eines Expertensystems

Ähnlich des iterativen Prozesses der Modellierung kommen auch bei der Entwicklung eines Expertensystems nicht die klassischen linearen Phasenmodelle des Software Engineering zur Anwendung (vgl. Kurbel, 1992, S. 81ff.). Diese Phasenmodelle fordern, erst zu spezifizieren und dann zu implementieren. Da in Expertensystemen aber unsicheres Wissen meist von mehreren Experten verarbeitet wird, zunächst also kein eindeutiges Lösungsverfahren besteht und die Wissensakquisition schrittweise erfolgt, ist die Vorgehensweise zur Erstellung eines Expertensystems grundsätzlich eher iterativer Natur. Diesen Missstand beseitigt Kurbel (1992), indem er ein Ablaufmodell zur Entwicklung eines Expertensystems erstellt⁵. Bei ihm kommt der evolutionäre Charakter darin zum Ausdruck, dass aufeinander aufbauende Systemversionen in mehreren Zyklen entwickelt werden. Nach der Konzeption wird ein Zyklus mit den Schritten von der Wissenserhebung bis zum Zyklus-Review mehrmals durchlaufen, bevor das Produkt eingeführt wird (siehe Abb. 25).

⁵ Er erhebt dabei nicht den Anspruch, dass dieses Modell zwingend und für alle Entwicklungen von Expertensystemen unbedingt gültig sein muss, es wurde so aber schon mehrfach erfolgreich eingesetzt (vgl. Kurbel, 1992, S. 95).

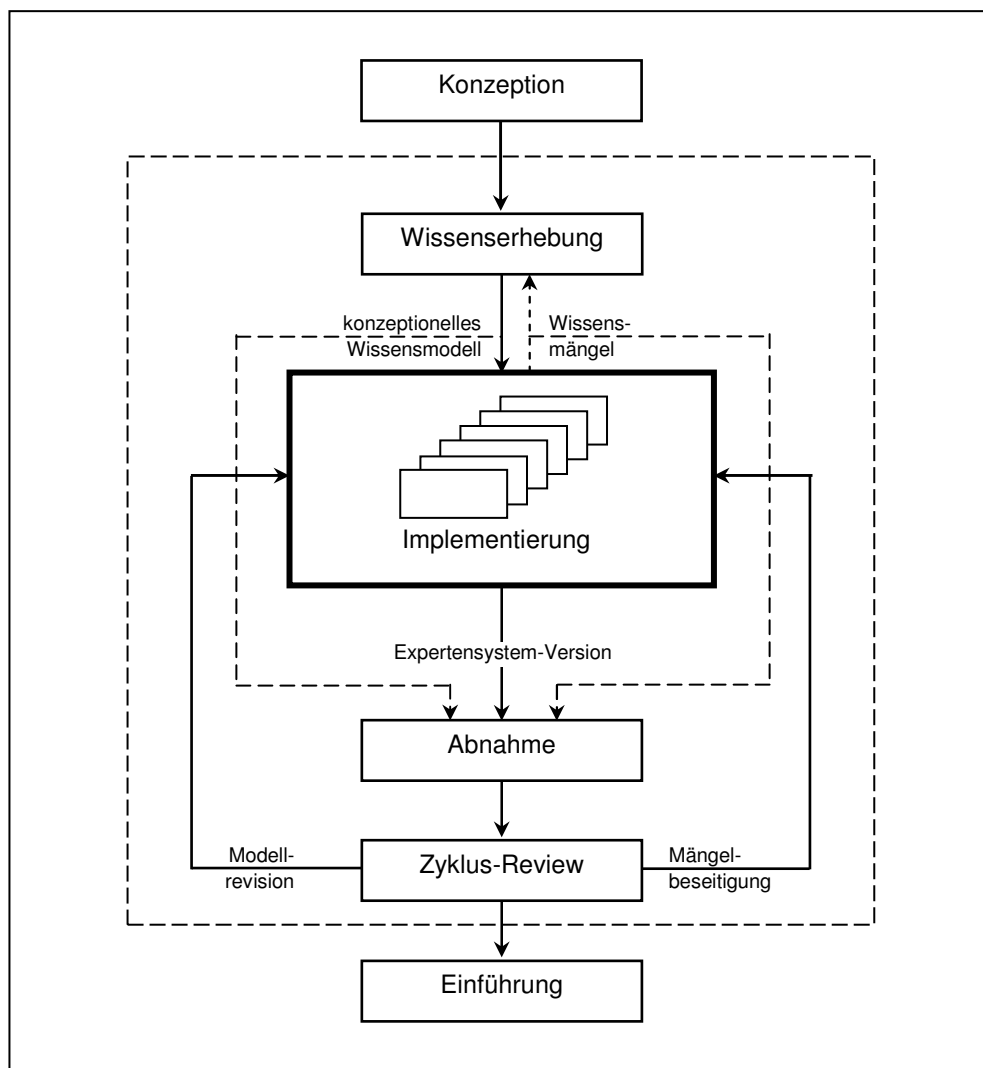


Abb. 25: Ablaufmodell für eine Expertensystementwicklung (modifiziert nach Kurbel, 1992, S. 95)

Die *Konzeption* beinhaltet die Rahmenplanung des gesamten Projekts. Neben der Termin- und Budgetplanung werden die Schwerpunkte der Entwicklungszyklen bestimmt und die anzulegenden Qualitätsmaßstäbe definiert.

Im Schritt der *Wissenserhebung* arbeiten der Fachexperte und der Systementwickler eng zusammen. Das erhobene Expertenwissen wird in einem konzeptionellen Wissensmodell dargestellt, das für den Zyklus zunächst bindend ist.

Die *Implementierung* beinhaltet die Darstellung des Wissens mit dem Aufbau der Wissensbasis und dem Entwurf der Abarbeitungsstrategien. Das konzeptionelle Entwicklungsmodell wird mit Hilfe des verwendeten Entwicklungswerkzeugs schrittweise in eine computergestützte Darstellung überführt. Die inkrementelle Vorgehensweise hierbei wird in der Abbildung durch die hintereinander

liegende Implementierungsschichten verdeutlicht. Jede neue Wissenseinheit im System wird sofort überprüft und beurteilt. Wenn Fehler oder Inkonsistenzen des konzeptionellen Wissensmodells entdeckt werden, werden diese zur Korrektur des Modells in Mängelberichten festgehalten und an die davor liegende Aktivität rückgemeldet. Auch Probleme, die sich durch eine Beschränkungen des Entwicklungswerkzeuges ergeben, und gegebenenfalls alternative Implementierungsmöglichkeiten werden ebenfalls dort vermerkt.

Die implementierte Version wird dann zur *Abnahme* mit dem konzeptionellen Wissensmodell verglichen. Die Beurteilung erfolgt wiederum durch Fachexperten oder schon durch Endbenutzer. Das System wird an vorher festgelegten Qualitätsmaßstäben gemessen und Fehler im Abnahmebericht vermerkt.

Eine strukturierte Diskussion im *Zyklus-Review* dient dazu, die Fehler im Abnahmebericht, die Mängel in den Berichten aus der Implementierungsphase aber auch sonstige Erfahrungen aus dem Zyklus aufzuarbeiten. Dabei wird überprüft, ob die Fehler oder Mängel in der Wissenserhebung, im Modell oder in der Umsetzung, also in einer fehlerhaften Implementierung liegen. So werden Vorschläge für eine Modellrevision bzw. zur Mängelbeseitigung im Bereich der Implementierung gemacht.

Führt ein mehrmaliges Durchlaufen dieser Zyklen zu einem befriedigenden Ergebnis kann zum Abschluss der Entwicklung das Produkt präsentiert und zur *Einführung* freigegeben werden.

Die vorliegende Arbeit nimmt sich diese generelle Vorgehensweise zum Vorbild. Jede neue kleine Wissenseinheit wird sofort kontrolliert und gegebenenfalls modifiziert, wenn das Simulationsergebnis nicht dem konzeptionellen Wissensmodell entspricht. Das Gesamtprojekt durchläuft zwei große Zyklen, in denen die Simulationssoftware jeweils fünf Experten zur Beurteilung vorgelegt wird.

3.3 Simulation

Eine Simulation ist die Darstellung, die Umsetzung, die Präsentation eines Modells (vgl. Perl & Uthmann, 1997, S. 65). Simulationen können „sowohl zur Prüfung der Modellbildung als auch zur Modellanwendung beitragen.“ (Lames, 1997, S. 236).

3.3.1 Grundlagen

Vor allem bei der Modellierung komplexer Systeme kann die Simulation

durch ständige Überprüfung des Modellbildungsprozesses im Sinne des *prototyping* [...] helfen, die Diskrepanz zwischen System und Modell von Anfang an zu kontrollieren und durch rechtzeitige Revisionen des Modells gering zu halten [...]. Die Simulation kann zudem helfen, gedankliche und/oder konzeptionelle Fehler der Modellbildung rechtzeitig zu erkennen und zu beheben. Damit wird deutlich, dass Modellbildung und Simulation eigentlich eine konzeptionelle Einheit bilden. (Perl & Uthmann, 1997, S. 69)

Auch Lames (1997, S. 236) betont die „enge Verknüpfung mit einem Modell“ (vgl. Abb. 26) und weist darauf hin, dass somit auch die Qualität der mit Hilfe der Simulation gewonnen Erkenntnisse unmittelbar von der Qualität der Modellierung abhängt.

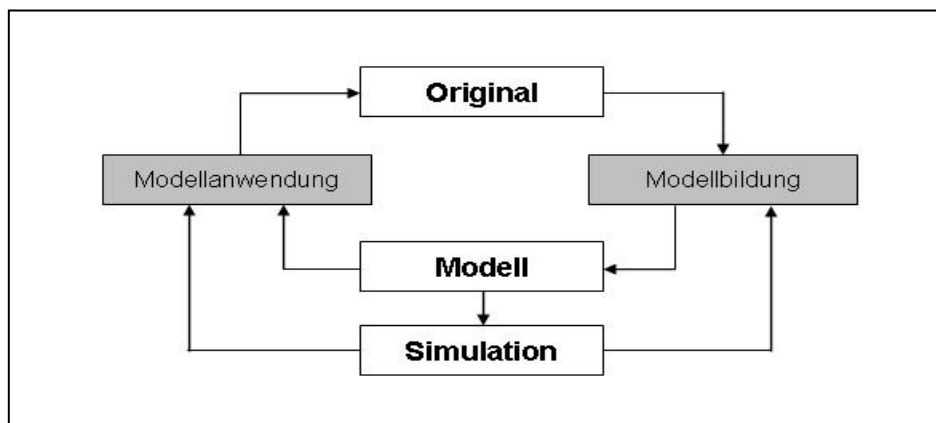


Abb. 26: Zusammenhang zwischen Simulation und Modellbildung (modifiziert nach Spriet & Vansteenkiste, 1982, S. 5)

„Im wesentlichen liegt einer Simulation eine Modellbildung zugrunde, bei der das Modell die Eigenschaft hat, auf eine gewisse Art und Weise manipulierbar zu sein“ (Lames 1998, S. 91). Diese Manipulation gewisser Zustände im Modell

kann mittels der Simulation systematisch und kontrolliert vollzogen werden (vgl. Lames, 1997, S. 236). So dient die Simulation

dazu, den eigentlichen Zweck der Modellbildung zu realisieren, nämlich Aussagen über den Zustand oder Voraussagen über das Verhalten des modellierten Systems zu ermöglichen und sich so ein Bild von den zum Teil extrem komplexen Vorgängen und Abläufen in einem realen System zu machen. (Perl & Uthmann, 1997, S. 69)

Neben der Prognose des Systemverhaltens ist die Validierung des Modells ein weiteres Hauptziel:

Unter Validierung wird die Überprüfung der Abbildung zwischen entwickeltem Modell und dem nachgebildeten System verstanden. In diesem Arbeitsgang, der als Angelpunkt jeder Simulation angesehen werden kann, da hiervon die Übertragbarkeit der Simulationsergebnisse auf das reale System überhaupt abhängt, wird geklärt, ob das entwickelte Modell die Eigenschaften des Systems mit hinreichender Genauigkeit widerspiegelt. (Elpel, 1991, S. 110)⁶

Zu bemerken sei aber schon an dieser Stelle, dass die Simulation selbst dann zusätzlich zu validieren ist (Lames, 1998, S. 91).

Simulationen dienen auch der Lösung konkreter Probleme. Die Modellierung der Hay-Technik im leichtathletischen Hochsprung von Preiß (1987) konkretisiert sich in der Simulation, mit deren Hilfe die Existenz einer Bewegung zur Ausführung der Hay-Technik sowie die Erreichung der abgeschätzten Lattenüberhöhung mit 26 cm untersucht wird (vgl. Preiß, 1987, S. 93).

Modellbildung und Simulation können aber auch zum Zwecke der Theoriebildung eingesetzt werden (vgl. Perl & Uthmann, 1997, S. 71; Lames, 1997, S. 235ff.⁷). „Dabei wird allerdings vorausgesetzt, dass die notwendigen Informationen aus dem realen System entnommen und auch semantisch bewertet werden können“ (Perl & Uthmann, 1997, S. 71). Für die Entwicklung einer Theorie wird aus den Informationen ein theoretischer Beschreibungsansatz, d. h. das Modell, abgeleitet. Der Vergleich des Verhaltens des realen Systems mit dem der Modell-Simulation dient der Verifizierung bzw. Falsifizierung. Da Simulatio-

⁶ Elpel (1991, S. 110) unterscheidet die Datenvalidität, die Relationen und Kausalitäten, die logische Validität, die semantische Validität sowie die Programmvalidität.

⁷ Lames (1997, S. 235ff) zeigt hier Perspektiven der Simulation in der Sportwissenschaft auf.

nen komplexe, dynamische Systeme beschreiben, stellen sie für Lames (1998, S. 97) „ein noch weitgehend unausgeschöpftes theoriebildendes Potential dar“ und er erwartet durch ihren Einsatz in der Sportwissenschaft zahlreiche Impulse und Erkenntnisfortschritte.

An dieser Stelle ist es sinnvoll, eine Abgrenzung zum Begriff Animation vorzunehmen, da diese des Öfteren fälschlicherweise mit dem Begriff der Simulation gleichgesetzt wird. Auch sehen manche Autoren „sehr viele Berührungspunkte“ (vgl. Kühn, 1993, S. 6) von Animation und Simulation. Die Unterschiede sind aber von großer Bedeutung, wenn es um die Tragweite der Anwendung der Systeme geht. Bei der Animation wird dem Benutzer ein vorgegebener Ablauf gezeigt. Dieser Ablauf wurde von einer Person vorher erstellt und ist in seiner Form an sich unveränderbar. Bei der Simulation werden Bedingungen festgelegt und dem Ablauf zugrunde liegende Regeln definiert. Der Benutzer wählt dann Anfangsbedingungen und stößt den Simulationsablauf an. Der Ablauf an sich wird in diesem Moment erst generiert, und zwar mit den Anfangsbedingungen des Benutzers sowie den zugrunde liegenden Regeln des Systems. Hier sind also theoretisch beliebig viele Was-wäre-wenn-Szenarien denkbar und beobachtbar, während bei der Animation eben nur dieser eine vorher erstellte Ablauf zu betrachten ist.

In dieser Arbeit wird eine Simulation erstellt, die wiederum auf einem Modell basiert. Dieses Modell wird mit Hilfe der Simulation präsentiert, da auf diese Weise das komplexe, dynamische System des Abwehrverhaltens mit den gleichzeitig ablaufenden Prozessen gut grafisch dargestellt werden kann. Es dient der Vorhersage des Systemverhaltens in einer Weise, die die Abwehrspieler automatisch auf beliebige Aktionen der Angreifer reagieren und so Was-wäre-wenn-Szenarien durchspielen lässt. Neben der Präsentation und Vorhersage dient die in dieser Arbeit erstellte Simulation zudem auch der Validierung des Modells.

3.3.2 Darstellung

Die Darstellung dient der Vermittlung und Präsentation der in der Simulation benutzten Daten und Informationen. Sie sollen in eine Form gebracht werden, die vom menschlichen Verstand leichter zu erfassen ist, als die numerische Form (vgl. Kühn, 1993, S. 11). Die Darstellungsformen (Abb. 27) unterscheiden sich bezüglich ihres Abstraktionsgrades, des Informationswerts und -transfers, der Übersichtlichkeit und der Möglichkeit, Dynamik darzustellen.

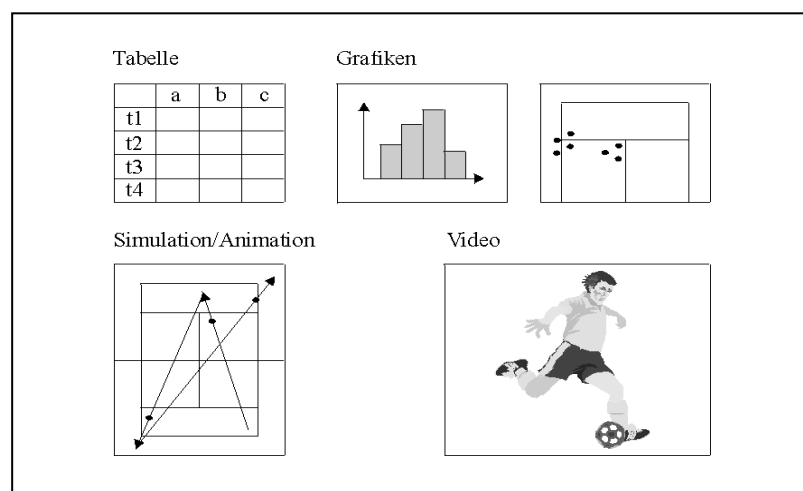


Abb. 27: Repräsentationsformen (Perl & Uthmann, 1997, S. 132)

„Da in der Regel unterschiedliche Informationen auch in unterschiedlichen Kontexten stehen und mit unterschiedlichen semantischen Interpretationen verbunden sind, liegt es auf der Hand, daß weder eine Präsentationsform reicht, noch daß es benutzer- oder verwendungsunabhängig optimale Präsentationsformen gibt“ (Perl & Uthmann, 1991, S. 53). Es sollte aber versucht werden, die Daten und Informationen „dem Benutzer problemorientiert, antizipierbar und einprägsam darzustellen“ (ebd.). Es können also auch mehrere Präsentationsformen ausgewählt werden, wobei sie vor allem in Hinblick der Transfer-Qualität der zu vermittelnden Semantik adäquat sein sollte.

Besteht also das Interesse weniger an statischen Fakten [...] sondern an dynamischen Abläufen, dann sollte diese Dynamik auch in Form von Simulationen oder Animation wiedergegeben werden. Kurz gesagt bedeutet dabei *Simulation*, daß zumindest die Struktur eines solchen dynamischen Prozesses dargestellt wird. (Perl & Uthmann, 1997, S. 133)

Bezüglich des Abstraktionsgrades und der Gestaltung der Darstellung des taktischen Verhaltens bemerken Perl & Uthmann (1997, S. 133):

Dabei kann im Vergleich zum Video gerade der *höhere* Abstraktionsgrad nützlich sein, wenn es nämlich weniger um das motorisch-technische Verhalten als vielmehr um das taktische Verhalten geht. Umgekehrt können „Video-Game“-Effekte den Nutzen von Animationen eher verringern, wenn die „künstlerische“ Ausgestaltung den eigentlichen Informations-Transfer in zu starkem Maße überlagert.

In der vorliegenden Arbeit wird die Darstellung der dynamischen Prozesse des Abwehrverhaltens im Handball auch dynamisch erfolgen. Aus didaktischen Gründen wird sie dabei einen höheren Abstraktionsgrad aufweisen.

4 Zur Entwicklung des Modells und der Simulation

Basierend auf den Ausführungen der Kapitel 3.1.2 (Modellbildung) und Kapitel 3.2.3 (Entwicklung eines Expertensystems) wird nun das weitere Vorgehen konzipiert. Dazu werden zunächst grundlegende Überlegungen zum Abwehrverhalten angestellt, die den Begriff des Abwehrverhaltens (Kapitel 4.1.1) und die Beurteilung der Güte des Abwehrverhaltens (Kapitel 4.1.2) beleuchten. Es folgen konzeptionelle Überlegungen zu diesem Projekt mit Erläuterungen zur Rahmenplanung und Durchführung des Projekts in Kapitel 4.2.1. Es schließen sich mit Kapitel 4.2.2 detaillierte Betrachtungen zum Modellzweck an, sowie die daraus abgeleiteten Systemdeterminanten für das Modell und die Simulation (Kapitels 4.2.3). Abschließend werden in Kapitel 4.2.4 Qualitätsmaßstäbe dargelegt, die für dieses Projekt gelten sollen.

4.1 Grundlegende Überlegungen zum Abwehrverhalten

4.1.1 Zum Begriff Abwehrverhalten

Beim Hallenhandball, im Folgenden auch nur als *Handball* bezeichnet, versuchen zwei Mannschaften, wie bei anderen Sportspielen auch, jeweils mehr Tore zu erzielen als der Gegner. „Das entscheidende Moment, das die Sportspiele von anderen Sportartengruppen unterscheidet, ist der *Interaktionsprozess*, in den die beiden Parteien eintreten. Durch Interaktion auf dem Spielfeld wird versucht, seine Spielziele durchzusetzen, und man verhindert, dass der Gegner sein Spielziel erreicht“ (Lames, 2000, S. 172). Das *Abwehrverhalten* charakterisiert dabei die taktischen Verhaltensweisen, die dazu dienen, einen Erfolg des Gegners zu verhindern. „Die *Abwehrtaktik* umfasst die Anwendung beherrschter und vor allem geeigneter Abwehrtechniken im Sinne der positionsspezifischen Aufgabe, in Abstimmung mit den Nebenspielern und im Einklang mit dem jeweiligen Spielsystem“ (Kolodziej, 2003, S. 30). Diese Definition macht deutlich, dass sich das Abwehrverhalten danach ausrichtet, die richtige Verhaltensweise anzuwenden, wobei vor der Anwendung die Entscheidung zur Auswahl der geeigneten Verhaltensweise steht. Für Kolodziej (2003, S. 30ff.) orientiert sich

diese Entscheidung an drei Parametern. Zum einen sind es die *Aufgaben*, die von Abwehrspielern verlangt werden, wobei sich diese von der gespielten Position ableiten lassen. So soll beispielsweise ein Verteidiger, der den angreifenden Kreisspieler *decken* soll, diesen immer ganz nah *decken* und sich so positionieren, dass kein Abspiel erfolgen kann. Ein Abwehrspieler hingegen, der einem Rückraumspieler zugeordnet ist, lässt diesem oftmals viel Platz und positioniert sich so, dass er einen Torwurf verhindert. Als zweites wird die *Abstimmung* mit den Nebenspielern genannt. Dies macht deutlich, dass es nicht genügt, seinen direkten Gegenspieler zu *decken*, auch die eigenen Mitspieler und Gegner, ihre Handlungen und Positionen werden mit einbezogen. Und als drittes ist die Auswahl und Anwendung der geeigneten Technik vom jeweiligen *Spielsystem* abhängig. Die Manndeckung erfordert mit der Aufgabe, sich immer bei seinem persönlichen Angreifer zu befinden, gänzlich andere Handlungsweisen als beispielsweise eine defensiv ausgerichtete Raumdeckung, bei der die Abwehrspieler immer ganz nahe am Wurfbereich in einem Abwehrverband agieren.

Diese Ausführungen machen deutlich, dass das Abwehrverhalten auf die Verhinderung des Torerfolges der angreifenden Mannschaft ausgerichtet ist und dass dafür die aufgaben- und situationsgerechte Auswahl des angemessenen Verhaltens entscheidend ist. Die Realisierung dieser ausgewählten Verhaltensweise wird in theoretischen Abhandlungen dabei selten differenziert und vor allem nicht unabhängig von dem Entscheidungsvorgang betrachtet. Wenn aber das Abwehrverhalten in seiner Güte beurteilt und der Grund für eine mangelhafte Abwehrleistung aufgedeckt werden soll, ist eine differenzierte Betrachtung von Auswahl und Realisation des Verhaltens zielführend, wie die folgenden Ausführungen verdeutlichen sollen.

4.1.2 Beurteilung des Abwehrverhaltens

Eine in der Praxis gängige und auf den ersten Blick mögliche Bewertung des Abwehrverhaltens ist der Rückschluss vom Torerfolg der gegnerischen Mannschaft. Aber der Torerfolg einer angreifenden Mannschaft ist kein Maß für die Güte des Verhaltens der Abwehrspieler. Denn vielen Toren im Handball geht kein Fehler der Abwehr voraus. Vielmehr versuchen die Angreifer ihre Vorteile so auszuspielen, dass die Abwehrspieler trotz richtigen Verhaltens unterlegen

sind. Es gilt hier also eine differenzierte Betrachtung zur Beurteilung des Abwehrverhaltens bei Torerfolg vorzunehmen (Abb. 28).

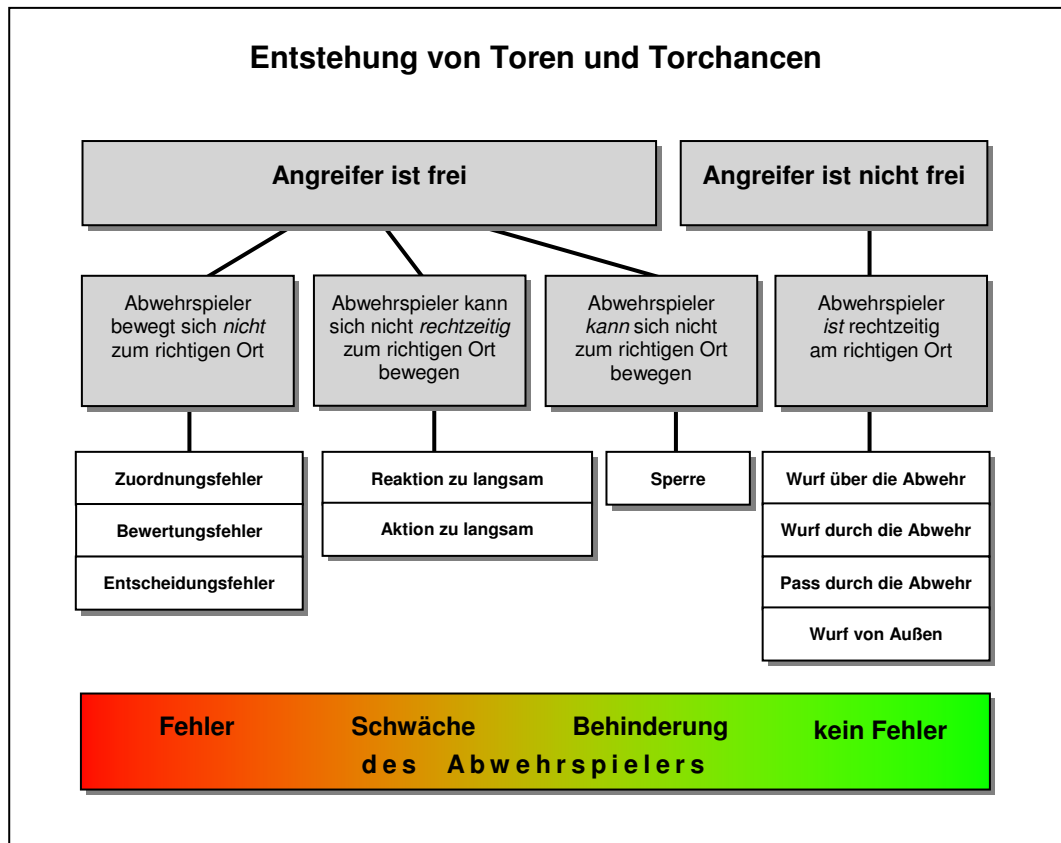


Abb. 28: Beurteilung des Verhaltens eines Abwehrspielers bei Torerfolg

Eine Einteilung der Torwurfsituationen erfolgt zunächst über das äußere Erscheinungsbild, ob der Angreifer frei zum Torwurf kam oder ob er dabei gedeckt war.

Torerfolge von gedeckten Angreifern, also solche, bei denen der Abwehrspieler zur richtigen Zeit am richtigen Ort war, können aufgrund der technischen Möglichkeiten der Angreifer nicht immer verhindert werden. Einen gut ausgeführten Sprungwurf (siehe Abb. 29) kann der Abwehrspieler trotz korrekten Stellungs- und Abwehrtechnik oft nicht verhindern. Schon mit einem relativ kurz gehaltenen Anlauf erreicht der Angreifer meist eine größere Sprunghöhe als der Abwehrspieler, der aufgrund der beschränkten Zeit zur Reaktion fast aus dem Stand abspringen muss. So wird der Ball über dem Abwehrspieler abgeworfen. Auch mit einem Hüftwurf oder einem gezielten Wurf zwischen Kopf und Arm des Abwehrspielers hindurch (siehe Abb. 30) kann trotz eines korrekten Stel-

lungsspiels des Abwehrspielers ein Tor erzielt werden. Der Ball wird durch die Abwehr geworfen, ohne dass ihr hier ein echtes Verschulden zuzuschreiben ist.

Auch einen geschickten Pass an den Kreis (beispielsweise nach Finten oder als Bodenpass) kann der Abwehrspieler trotz korrekten Stellungsspiels nicht immer verhindern. Ebenso werden Tore von außen nicht als Fehler des Abwehrspielers angesehen – er kann lediglich versuchen, den Winkel für den Angreifer möglichst ungünstig zu gestalten (vgl. Grage, 2002, S. 20).



Abb. 29: Torwurf über die Abwehr trotz korrekten Stellungsspiels des Abwehrspielers



Abb. 30: Torwurf durch die Abwehr trotz korrekten Stellungsspiels des Abwehrspielers

Ein *Freistehen* des Angreifers beim Torwurf kann verschiedene Ursachen haben:

Zunächst können echte Fehler des Abwehrspielers vorliegen. Er bewegt sich nicht an den richtigen Ort, weil er sich nicht für den jeweiligen Angreifer zustän-

dig fühlt, er die Situation falsch bewertet oder sich trotz richtiger Bewertung für die falsche Aktion entscheidet.

Dann gibt es Situationen, bei denen der Abwehrspieler zwar prinzipiell alles richtig macht, er aber trotzdem nicht rechtzeitig zum richtigen Ort gelangt. Ein Grund dafür kann sein, dass er in seiner Reaktion oder Aktion nicht ausreichend schnell war. Daneben gibt es aber auch eine Vielzahl von Fällen, bei denen er einfach keine Möglichkeit hat. Hier haben die Angreifer eine Situation geschaffen, bei der der Abwehrspieler trotz richtigen Abwehrverhaltens immer zu spät bei seinem Angreifer sein wird. Zum einen liegt es daran, dass die Abwehrspieler, wenn sie nicht spekulieren wollen, nun mal der reagierende Teil sind und die Angreifer einen *Wissensvorsprung* bzgl. ihres Vorhabens haben. Diese Reaktionszeit zum Finden der angemessenen Aktion der Abwehrspieler versuchen die Angreifer zudem mit Finten und verdecktem Spiel zu verlängern. Aber auch die Aktionsgeschwindigkeit der Abwehrspieler kann nicht beliebig erhöht werden. Vor allem beim Wechsel der Bewegungsrichtung, die von den Angreifern mit Rückpässen und Kreuzen provoziert werden, sind die Abwehrspieler deutlich langsamer als der Ball oder langsamer als der aus vollem Anlauf kreuzende Angreifer. Hier wird der Abwehrspieler immer der Unterlegene sein und daher muss es das Ziel für die angreifende Mannschaft sein, solche Situationen zu schaffen.

Davon zu unterscheiden sind noch Situationen, in denen der Abwehrspieler so behindert wird, dass er sich nicht zum richtigen Ort bewegen kann. Auch hier plant er prinzipiell alles richtig, wird aber an der Ausführung gehindert. Dies wird hauptsächlich durch Sperren der Angreifer, vor allem am Kreis, erreicht.

Wie die Ausführungen zeigen, ist dem Torerfolg also nicht immer ein Fehler eines Abwehrspielers vorangegangen. Die Beurteilung der Güte der Abwehrarbeit ist demnach nicht direkt aus dem Torerfolg der gegnerischen Mannschaft abzuleiten. Es bedarf vielmehr der Betrachtung der Position und Technik des Abwehrspielers zum Zeitpunkt des Torwurfes. Wenn seine Position nicht korrekt war und der Angreifer frei zum Torwurf kam, sind die Gründe hierfür zu suchen. Diese sind vielfältig, aber erst ihre Analyse führt zu einer angemessenen Beurteilung des Abwehrverhaltens. Doch auch in dieser Weise ist die Beurteilung in

manchen Fällen nicht eindeutig, da die Übergänge zwischen *Fehler* – *Schwäche* – *Behinderung* – *kein Fehler* fließend sind. Die Abbildung 28 versucht, dies durch entsprechende Farbgebung zu verdeutlichen.

4.2 Konzeptionelle Überlegungen zu diesem Projekt

4.2.1 Rahmenplanung und Durchführung

In einem ersten Schritt wird zunächst ein Teil des vorhandenen Fachwissens der Autorin in ein Vormodell eingebracht, um die prinzipielle Machbarkeit und die Möglichkeiten der Umsetzung auszuloten. Zudem sollte eruiert werden, welche Informationen zur Modellierung benötigt werden. Da dies nur ein erster Schritt sein kann, ist es notwendig, das entstehende System möglichst offen und modular zu programmieren, so dass explizites Wissen leicht eingebaut und verändert werden – sowie vor allem in der Simulation – direkt betrachtet werden kann.

Im zweiten Schritt wird dann in größerem Umfang Expertenwissen erhoben, strukturiert und in das Modell integriert. Vier Experten werden dazu umfassend befragt und die Fachliteratur, vor allem zur Strukturierung des Abwehrverhaltens, herangezogen.

Die Evaluierung des Systems erfolgt in zwei Zyklen mit jeweils fünf Experten, wobei der Schwerpunkt auf der Bewertung des zugrunde liegenden Modells und nicht auf der Beurteilung der Simulation liegt. Diese dient lediglich der angemessenen Darstellung des Modells, wird als Darstellungshilfsmittel in der Lehre angesehen, aber hier nicht den Bewertungskriterien interaktiver Lehrmedien unterworfen. In einem ersten Zyklus wird das Programm als Prototyp fünf Experten vorgelegt, mit dem Ziel, Ansatzpunkte zur Verbesserung des Expertensystems bzw. des Modells zu finden. Die abgegebenen Beurteilungen und Kommentare werden ausgewertet und analysiert. Fehler im Programm werden verbessert und einige Anregungen aufgenommen. In einem zweiten Zyklus bewerten weitere fünf Experten das verbesserte Programm und das erklärte Ziel dieser Validierung ist, dass das System das Abwehrverhalten *gut* darstellt.

In einem letzten Schritt erfolgt ein erster Einsatz der Simulation in der Praxis. Auch hier wird nicht das interaktive Lernen mit dem System oder die Handhabung der Simulation durch die Lernenden überprüft. Es wird vielmehr der Lernerfolg von Studierenden verglichen, wenn sie eine Vorlesung mit dem Einsatz des Systems oder eine mit den üblichen verwendeten Mittel zur Darstellung besuchen.

4.2.2 Zweck des Modells und der Simulation

Das abstrakte Ziel des Modells ist das *Verstehen des Originals*. Daher müssen die komplexen inneren Strukturen des Gegenstandes modelliert werden (vgl. Kapitel 3.1.1) und so aufbereitet sein, dass die Strukturen erkennbar werden. Die innere Struktur des Abwehrverhaltens bilden die den konkreten Formationen zugrundeliegenden Absprachen und Regeln. Die Forderungen an die konkrete Umsetzung der Präsentation werden im Folgenden erörtert.

Das System soll das Erlernen und Verstehen der komplexen, simultan und schnell ablaufenden Vorgänge in einem Abwehrverband fördern. Dies erfordert zum einen die Möglichkeit zur Beobachtung des Gesamtsystems, aber gleichzeitig muss auch das Verhalten einzelner Spieler gut verfolgt werden können. Die zur Anwendung kommenden Regeln dürfen nicht zu komplex oder sollten in ihrer Komplexität veränderbar sein. Um eine detaillierte Analyse der schnell ablaufenden Vorgänge des Spielgeschehens zu ermöglichen, muss die Geschwindigkeit reduziert werden können. Die Dynamik soll aber weiterhin sichtbar sein, da manche Vorgänge erst in der Bewegung ihre Bedeutung finden.

Das System soll speziell der Vermittlung der den Abwehrformationen zugrunde liegenden Absprachen dienen. Das bedeutet, dass mehrere Abwehrformationen enthalten sein sollen, denn die vergleichende Betrachtung der gleichen Angriffssituation mit unterschiedlichen Abwehrformationen erscheint für das Erlernen der Grundprinzipien sehr lohnend. Es bedeutet zudem auch, dass die jeweils enthaltenen Absprachen eindeutig sein müssen. Bei bestimmten auslösenden erkennbaren Kriterien muss ein eindeutiges Verhalten der Abwehrspieler folgen, denn das Treffen unterschiedlicher Entscheidungen der Abwehrspieler bei gleicher Situation, sind für den Lernenden nicht nachvollziehbar. Erstre-

benswert wäre auch, die Bedeutung einzelner Regeln und Absprachen mit Hilfe des Systems isoliert zeigen zu können.

Das System soll von Lehrenden zur unterstützenden Darstellung verwendet, aber auch von Lernenden alleine sinnvoll benutzt werden können. Um die Gestaltung des Unterrichts nicht durch den Einsatz des Systems vorzugeben ist ein hoher Grad an Flexibilität des Systems erforderlich, das heißt, es sollten möglichst wenige Vorgaben und Einschränkungen bei der Beschäftigung mit dem System bestehen. Wenn die Lernenden es alleine benutzen sollen, muss ein hohes Maß an Interaktivität gegeben und Erklärungen für das gezeigte Verhalten bei Bedarf aus dem System heraus abrufbar sein.

4.2.3 Wichtigste Größen des Objektes

Bei taktischen Handlungen im Abwehrverhalten geht es um das Einnehmen der korrekten Positionen der Spieler in Relation zu den Angreifern und zum Raum. Um dies zu beschreiben und darzustellen bietet sich für die Darstellung die Verwendung eines Spielfelds an. Um das Gesamt-Systemverhalten beobachten zu können, ist die Draufsicht auf das Spielfeld die zu bevorzugende Perspektive. Da es um taktisches Verhalten geht, kann ein hoher Abstraktionsgrad gewählt werden. Die Spieler können also mit abstrakten, aber voneinander unterscheidbaren Symbolen dargestellt werden.

Wenn das Verhalten an der Stellung der Spieler auf dem Spielfeld als Draufsicht beschrieben werden soll, müssen auch alle in die Entscheidung einfließenden Größen und die daraus resultierenden Reaktionen der Spieler an deren zeitlich-räumlicher Konstellation erkennbar sein. Dies betrifft auch die Darstellung des Balls und des Ball besitzenden Spielers. Die Beschreibung des Abwehrverhaltens in der Realität erfolgt zumeist mit den Begriffen *Abstand zum Tor oder zum Spieler* und *Winkel zum Tor*. So muss das kartesische Koordinatensystem des Spielfelds des Computers in ein solches überführt werden, das die eben genannten Größen verarbeiten kann.

Inhaltlich wird gefordert, verschiedene Abwehrformationen beobachten zu können. Dabei sind solche Formationen zu wählen, die in ihrer grundlegenden Charakteristik unterschiedlich sind. Auch wenn die zugrunde liegenden Modelle da-

zu dann sehr unterschiedlich sind, soll zum vergleichenden Beobachten ein schnelles Ändern der Formation bei der Ansicht gleicher Situationen in der Simulation möglich sein.

Die Komplexität der im Modell enthaltenen Regeln muss so gewählt werden, dass sie das komplexe Geschehen sinnvoll und genau genug abbilden, aber die einer Aktion zugrunde liegenden Regeln dennoch nachvollziehbar sind. Zur Schulung des Abwehrverhaltens wäre es erstrebenswert, die Anzahl der zum Einsatz kommenden Regeln verändern oder die Bedeutung einzelner Regeln und Absprachen mit Hilfe der Systems isoliert zeigen zu können.

Die Eindeutigkeit der Absprachen muss bei der Wissenserhebung durch die Expertenmeinungen oder der Fachliteratur besonders beachtet werden. Dies betrifft die Situationen, bei denen die Abwehrspieler in der Praxis scheinbar willkürliche Entscheidungen treffen. Hier müssen die Regeln entweder weiter aufgeschlüsselt werden, bis sie wieder eindeutig sind oder aber eine Entscheidungsrichtungsrichtung wird im Modell vernachlässigt. Wenn diese zweite Möglichkeit jedoch nicht gewünscht wird, kann auch die Möglichkeit geprüft werden, mehrere Entscheidungen in das Modell aufzunehmen und dem Betrachter der Simulation dann die Wahl zu lassen, mit welchen beinhalteten Entscheidungen er dann das Modell betrachten möchte.

Da das korrekte Verhalten von Abwehrspielern beobachtet und gelernt werden soll, sollten die Vorteile des Systems im Vergleich zur Realität dahingehend voll ausgeschöpft werden, dass individuelle Fehler oder Eigenheiten von Spielern in der Realität minimiert oder sogar ganz eliminiert werden. Das heißt, es soll nicht die für das Spiel sonst üblichen Unterbrechungen durch Fehlpässe, Fangfehler, sonstige technische Fehler etc. geben, die das Beobachten der zu erlernenden realen Situationen oft so mühsam und unbefriedigend machen. Als mögliche Fehler in der Realität sind hier besonders auch diese zu nennen, die sich aufgrund einer mangelhaften oder falschen Wahrnehmung, Erwartung oder sonstigen Missverständnissen zwischen den Spielern ergeben. Diese sind zwar natürlich, aber zum Beobachten korrekten Verhaltens kontraproduktiv und weder nachvollziehbar noch reproduzierbar. Dies bedeutet, dass sich das System in sinnvoller Weise auch in diesem Punkt von der Realität unterscheidet und allen

Spielern zu jeder Zeit immer alle Informationen des Spielgeschehens zur Verfügung stellt.

Die Geschwindigkeit, mit der das Verhalten gezeigt wird, soll der Intention des Beobachtens entsprechen. Auf der einen Seite sollen Spielszenen in Ruhe analysiert werden können, auf der anderen Seite ist die Dynamik oftmals eine wichtige und das System erklärende Komponente. Die Geschwindigkeit soll also veränderbar und einfach manipulierbar sein.

Um das auf dem Spielfeld gezeigte Verhalten effektiver verstehen lernen zu können, ist es nützlich, Begründungen für das auf dem Spielfeld gezeigte Verhalten zu erhalten. Hierzu dient die Erklärungskomponente, die die Schritte der Entscheidungsfindung jedes einzelnen Spielers explizit aufzeigen soll. Mit dem Einsatz einer Erklärungskomponente können auch mögliche Fehler im System bei der Erstellung des Modells bzw. der Simulation leichter lokalisiert werden. Dies ist aber nur möglich, wenn sie direkt aus den einzelnen Komponenten des Inferenzmechanismus abgegriffen wird und nicht erst wieder aus dem gezeigten Verhalten, dem Endresultat, abgeleitet wird.

4.2.4 Qualitätsmaßstäbe

In dieser Arbeit soll gezeigt werden, dass das absprachegerechte Abwehrverhalten durch eine implementierte Regelbasis modelliert und simuliert werden kann. Das Expertenwissen zum Abwehrverhalten insbesondere bezüglich der Absprachen, die in verschiedenen Abwehrformationen bestehen, soll korrekt umgesetzt und dargestellt werden. Im Mittelpunkt der Arbeit stehen also die Erstellung des Modells und dessen Umsetzung in der Simulation. Da die Simulation lediglich der Darstellung des Modells dient, wird dieses nicht in Bezug auf Ergonomie, Laufstabilität etc. geprüft.

Das Modell dagegen soll zur Qualitätssicherung zum einen einer formellen Prüfung unterzogen werden, zum anderen wird es mit Hilfe des Simulationsprogramms von Experten bewertet. Es soll mit in Betracht gezogen werden, dass das Modell und die Simulation dem Erlernen korrekten Abwehrverhaltens dienen soll und deshalb die grundlegenden Regeln einer Abwehrformation, aber nicht alle möglichen Regeln zum erfolgreichen Handballspielen enthalten sind.

Das gezeigte Verhalten soll also korrekt im Sinne von *absprachegerecht* in der jeweiligen Abwehrformation sein. Die Experten sollen das gezeigte Abwehrverhalten von 4 verschiedenen Abwehrformationen auf je 10 Spielzüge in seiner Korrektheit beurteilen. Das Verhalten soll spätestens in der abschließenden Bewertungsrunde insgesamt mit *gut* bewertet werden.

Außerdem soll die Simulation im Unterricht einsetzbar sein. Eine explizite Prüfung der Simulation im Unterrichtseinsatz findet im Rahmen dieser Arbeit nicht statt. In einem ersten Einsatz in der Praxis wird es aber in einer Vorlesung als Darstellungshilfsmittel eines Dozenten genutzt, und das damit erlernte Verständnis für das Abwehrverhalten mit dem Wissen verglichen, das eine andere Studentengruppe in einer herkömmlichen Vorlesung erworben hat. Dieser Vergleich sollte nicht unbefriedigend ausfallen.

5 Wissenserhebung

Das Expertenwissen um das regelgerechte Abwehrverhalten entstammt drei verschiedenen Quellen und Verfahren. Es wurde Fachliteratur insbesondere hinsichtlich des korrekten Verhaltens in verschiedenen Abwehrformationen herangezogen. Es wurden fünf Experten mit Hilfe strukturierter Interviews (vgl. Häder, 2006, S.185ff.) sowohl induktiv wie deduktiv befragt, wobei als Experten Personen ausgewählt wurden, die sich explizit mit dem Lehren im Bereich Handball beschäftigen. Zum Dritten wurde eigenes Fachwissen mit eingebracht. Das betrifft zumeist triviales Wissen, zum Teil aber auch Spezifizierungen von Aussagen der Expertenmeinungen, sowie Folgerungen, die sich aus der Betrachtung von Videomaterial ergaben.

Im folgenden Kapitel werden theoretische Aspekte zum Thema Handball ausgeführt, die sich aus der Wissenserhebung ergeben haben und für einen Einsatz im Modell sinnvoll erscheinen. Wie diese Aspekte als konkrete Regeln in die Modellierung einfließen, wird im Kapitel 6 (Modell des Abwehrverhaltens) erläutert. Zur Erleichterung des Leseflusses wird auf die Nennung des jeweiligen Experten verzichtet. Entammt das Wissen der Literatur werden die Quellen entsprechend angegeben.

Von der gesamten Spielzeit wird nur die Spielphase der Positionsabwehr genauer betrachtet, also jene Phase, in der die Abwehrspieler schon ihre der Formation entsprechenden Positionen eingenommen haben. Die angreifende Mannschaft kann, muss sich aber nicht, im Positionsangriff befinden. Gegenstoß und Rückzug bleiben in dem zu erstellenden Modell unberücksichtigt, da hier wieder gänzlich andere Absprachen zum Tragen kommen.

Zunächst werden die Elemente des Angriffs- und des Abwehrspiels in aller Kürze beschrieben. Die Gliederung innerhalb dieser Rubriken erfolgt nach der hierarchischen Strukturierung zur Einteilung wesentlicher Elemente im Handballspiel. Im Abschnitt Abwehrformationen wird dann das Wissen um das korrekte und absprachegerechte Abwehrverhalten dargestellt, da sich dieses erst in den verschiedenen Abwehrformationen und in Bezug zum Angriffsverhalten konkretisieren lässt.

5.1 Angriffsverhalten

5.1.1 Individualtechniken und -taktiken

Das *Werfen* ist eine elementare Technik im Handballsport. Es kann als Pass (Wurf zu einem Mitspieler) oder Torwurf (Wurf in Richtung Tor mit dem Ziel, den Torwart zu überwinden) ausgeführt werden. Die Grundform des Passens ist der Schlagwurf, es kommen aber auch Techniken wie Handgelenkspass, Druckpass oder Rückhandpässe zum Einsatz (vgl. Trosse, 2001, S. 126f.) Als Torwürfe sind neben der Grundtechnik Schlagwurf als Varianten der Sprungwurf, Fallwurf, Stemmwurf, Hüftwurf, Knickwurf zu nennen. Der Sprungwurf wird wegen der unterschiedlichen Bewegungsmustern der technischen Ausführung von den jeweiligen Positionen (Rückraum oder Außenposition) oder als Abschluss nach dem Gegenstoß unterschieden (vgl. Trosse, 2001, S. 132).

Das *Fangen* ist die Annahme des Balls.

Die *Ballführung* wird in das Tippen und das Prellen unterteilt und wird benötigt, da das Regelwerk nur drei Schritte mit gehaltenem Ball erlaubt. Will sich der Ballbesitzer also mehr als drei Schritte fortbewegen, muss er tippen oder prellen.

Die *Bewegung des Spielers* ist für viele Angriffsmaßnahmen nötig, wobei zu- meist nicht die Geschwindigkeit als solche ausschlaggebend ist, sondern die zeitliche/räumliche Abstimmung mit den Mitspielern.

Stoßbewegungen sind Bewegungen des ballbesitzenden Angreifers auf einen Abwehrspieler zu oder in die Zwischenräume der Abwehr, mit dem Ziel, einen oder mehrere Abwehrspieler zu binden und damit Freiräume für seine Mitspieler zu schaffen (vgl. Hansel & Petersen, 2008).

Täuschungen (Finten) nutzen nicht nur die Tatsache aus, dass der Abwehrspieler erst mit der Verzögerung seiner Reaktionszeit auf die Aktionen des Angreifers reagieren kann. Sie zwingen den Abwehrspieler zu einer falschen Reaktion, indem der Angreifer ein anderes Vorhaben andeutet. Das können sowohl Lauf- oder Körperfinten sein, als auch Wurf-, Pass- sowie Blickfinten.

Der *gerade Durchbruch* ist eine Aktion, bei der der Angreifer es schafft, hinter den Abwehrspieler zu gelangen, also näher am Tor zu sein als die Verteidiger.

5.1.2 Gruppentaktische Maßnahmen

Ziel aller gruppentaktischen Angriffsmaßnahmen ist das Schaffen einer Überzahlssituation oder wie Hein (1995, S. 86) es beschreibt „eines räumlich-zeitlichen oder energetischen Vorteils gegenüber der Abwehr“.

Zu Beginn des Positionsangriffs wird der Ball meistens zunächst in der eigenen Angriffsreihe von einem Angreifer direkt zum Nächsten gespielt, dem so genannten *Durchspielen*, bevor dann als Auslösehandlung bzw. Initialhandlung (Feldmann, 2002b, S. 12) eine erste eigentliche Angriffsmaßnahme erfolgt.

Der *Doppelpass* ist ein Zurückspielen des Balles zu dem Spieler, der den vorherigen Pass gegeben hat. Dies kann zum einen zum Ausspielen des direkten Gegenspielers genutzt werden. Direkt nach der Ballabgabe löst sich der Spieler von seinem Gegenspieler oder umläuft ihn mit einem schnellen Antritt. Dann bekommt er den Ball wieder zugespielt, und ist zunächst frei, bis die Abwehrspieler ihre Zuordnung ändern. Ein anderes Prinzip des Doppelpasses ist der Rückpass, der eine schnelle unvermittelte Richtungsänderung der gesamten Abwehrformation erzwingt.

Das *Parallelstoßen* wird von Trosse (1988, S. 198) wie folgt beschrieben:

Grundprinzip des Parallelstoßens ist das Binden mehrerer Gegenspieler, um dadurch eine Überzahl im Angriff besonders auf den Außenpositionen zu erreichen. Wesentliche Merkmale sind Wurf-täuschungen, Körpertäuschungen, Handgelenkspässe und das Stoßen in die Nahtstellen. Wird in der Phase des Täuschens der Ball schnell genug zum Mitspieler gepaßt, der seinerseits die Bewegung des Stoßens ausführt, dann entsteht zwangsläufig eine Überzahl, wenn die Abwehr zur Ballseite verschiebt und verdichtet.

Auch das *Kreuzen* wird von Trosse (1988, S. 200) sehr anschaulich beschrieben:

Das Kreuzen läuft vor der Deckung ab. Dabei geht es grundsätzlich darum, einen Werfer aus dem Rückraum in eine wurfgünstige Situation zu bringen, oder einen Auftakt für Übergänge oder Konzeptionen zu finden, oder auch in Verbindung mit Sperren oder ähnlichen Angriffsmitteln sowohl im Rückraum als auch am Kreis zu Wurfchancen zu kommen. [...] Durch Mitgehen des Abwehrspielers beim Einlaufen

und Abspielen des ballführenden Spielers an seinen hinter ihm vorbeilaufenden Mitspieler entsteht ein freier Raum für den Torwurf.

Wird das Kreuzen wie beschrieben ausgeführt, ohne dass die Angreifer torgefährlich werden, dann wird dies als *Wechseln* bezeichnet.

Das *Sperren/Schirmen* dient dazu, einen Abwehrspieler nicht die günstigste Position einnehmen zu lassen.

Die *taktische Spielverlagerung* in Anlehnung an Späte (2005a, S. 24ff.) ist vor allem gegen eine ballorientierte Grundspielweise der Abwehr sehr wirkungsvoll. Dabei konzentriert sich das Spiel zunächst auf einer Feldseite. Dann wird mit schnellen Passfolgen eine Spielverlagerung auf die andere Seite vorgenommen, um dort eine Überzahlsituation zu erzeugen oder zumindest möglichst viel Aktionsraum für Abschlussaktionen zu schaffen.

Das *Spiel über den Kreis* ist „das derzeit effektivste gruppentaktische Mittel“ (Späte 2005b, S. 15). Das Prinzip hierbei ist, dass bei einem erfolgreichen Anspiel des Kreisspielers, der Ball die Abwehrreihe ja schon durchdrungen hat und der Kreisspieler mit einem Fallwurf im Kreis unbedrängt werfen kann. Diese Anspiele werden nicht nur gegen offensiv ausgerichtete Abwehrformationen gespielt, bei denen der Kreisspieler viel Platz am Kreis hat, variable Kreisanspiele sind auch auf engstem Raum oft erfolgreich.

5.1.3 Mannschaftstaktiken

Als *Formation* wird die Grundaufstellung der Angreifer beim Positionsangriff bezeichnet, wobei sich daraus die positionsspezifischen Aufgaben der Angreifer ableiten. Das mit Abstand meist gespielte Angriffssystem ist das 3:3 (vgl. Kuchenbecker, 1990; Pfeiffer, 2004, S. 199), dabei sind drei Angreifer dem Tor nahe (die Außen- und der Kreisspieler) und drei Angreifer befinden sich *torfern* im Rückraum (vgl. Grage, 2002, S. 67). Der Kreisspieler soll sich nahe der Torraumlinie aufhalten, um die Abwehrspieler zu stören. Um anspielbar zu sein, muss er sich aber auch immer wieder von der Abwehr lösen und gegebenenfalls dem Ball entgegen gehen. Die Außenspieler sollen mit der Einnahme einer Position nahe der Seitenauslinie das Spiel in die Breite ziehen und Durchbruch-

räume für die anderen Spieler zu schaffen. Er kann aber auch von außen werfen, wenn es der angreifenden Mannschaft gelingt, seinen Gegenspieler zur Mitte zu zwingen und er so mit Anlauf in Richtung Spielfeldmitte in den Kreis abspringen kann. Die Grundpositionen der drei torfernen Rückraumspieler befinden sich bei etwa 10 bis 12 Metern. Dort können sie ungestört handeln und haben ausreichend Raum für den Anlauf zum Sprungwurf oder zum Durchbruch.

Als *Formen* des mannschaftlichen Angriffsverhaltens unterscheidet Oppermann (1990, S. 45) das freie Spiel, das gebundene Spiel (Laufspiel, Positionsspiel) und Spielzüge (Spielkonzeptionen). Trosse (1988, S. 218) unterscheidet hingegen Spielzug und Konzeption. „Beim Spielzug sind Angriffshandlungen, also Ball- und Laufwege bis zu einem festen Abschluß vorgegeben. Bei der Konzeption entstehen innerhalb des gesamten Angriffsgeschehens Entscheidungsknotenpunkte, die den so genannten Spielzug jederzeit unterbrechen können“ (ebd. S. 218).

5.2 Abwehrverhalten

Das Abwehrverhalten wird in diesem Rahmen der Abwehrtaktik gleichgesetzt. Es „umfasst die Anwendung beherrschter und vor allem geeigneter Abwehrtechniken im Sinne der positionsspezifischen Aufgabe, in Abstimmung mit den Nebenspielern und im Einklang mit dem jeweiligen Spielsystem“ (Kolodziej, 2003, S. 30).

5.2.1 Individualtechniken und -taktiken

Im Folgenden werden mögliche Verhaltensweisen der Einzelspieler unabhängig vom Spielsystem beschrieben. Dabei sind im Hinblick auf die Modellierung besonders die zeitlich/räumliche Orientierung, mit der die Verhaltensweise beschrieben werden kann, sowie der Anwendungsbereich von Interesse.

In der *Grundstellung* steht der Abwehrspieler „immer zwischen Angreifer und Tor“, wobei „die Grundstellung des Abwehrspielers [...] ständig nach der Spielsituation korrigiert“ wird (Trosse, 1988, S. 135). Der Abstand zum Angreifer

hängt dabei von dessen Position auf dem Feld ab. Befindet sich der Angreifer weiter im Rückraum, so ist der Abstand größer, in Tornähe sollte der Abwehrspieler aber sogar Körperkontakt aufnehmen (vgl. Kolodziej, 2003, S. 36). Auch die Geschwindigkeit des Angreifers bestimmt den Abstand, den der Abwehrspieler zum Angreifer halten sollte, „je größer die Geschwindigkeit des Angreifers, desto größer ist der Sicherheitsabstand“ (Trosse, 1988, S. 135).

Defensiv decken bedeutet, dass sich der Abwehrspieler, während er sich zwischen Abwehrspieler und Tor befindet, an der Torraumlinie entlang bewegt, solange sein zugehöriger Angreifer nicht torgefährlich ist.

Wenn sich dies ändert, muss er aber *heraustreten*, was Kolodziej (2003, S. 23) wie folgt beschreibt:

Gegen in Richtung Tor stoßende Spieler tritt der Abwehrspieler vom Kreis auf die Wurfhandseite heraus, um ihn an Folgehandlungen zu hindern. Bei größerem Abstand muss man im Sprint heraustreten. Vor Beginn der Angriffsaktion muss der Abwehrspieler möglichst eine Armlänge vor dem Angreifer zum Stehen kommen, um sich in alle Richtungen bewegen zu können.

Wie weit ein Abwehrspieler *heraustritt*, ob bis nahe an den Angreifer oder nur bis zu einer bestimmten Meterangabe als Abstand vom Tor oder vom Kreis ist umstritten und sicherlich auch vom Ort des Angreifers und der Abwehrkonzeption abhängig. Darum wird hier eine Unterscheidung getroffen: Wenn sich der Abwehrspieler, nicht wie beim *Heraustreten*, am Feld, sondern am Angreifer orientiert, so soll es als *Hingehen* bezeichnet werden.

Wenn ein Spieler *offensiv deckt*, befindet er sich wie beim *defensiv decken* auch zwischen Angreifer und Tor und nutzt auch die Torraumlinie als Orientierung, nun befindet er sich nicht nahe der Linie, sondern je nach Ausrichtung und taktischer Vorgabe in einem vorgegebenen Abstand weiter vorne.

Wenn der Abwehrspieler sich nun in seinem Abstand zum Tor nicht an der Torraumlinie orientiert, sondern direkt am Gegenspieler, wird dies meist als *Manndeckung* (vgl. Oppermann, 1990, S. 45) bezeichnet. Um diese Aktion aber nicht mit dem gleich lautenden Abwehrsystem zu verwechseln, wird sie im Folgenden mit *direkt decken* betitelt. Trosse (1988, S. 135) beschreibt dieses Verhalten anschaulich:

Zum Angreifer wird ein Sicherheitsabstand eingehalten, um plötzlichen Bewegungs- und Richtungsänderungen begegnen zu können. Dabei gibt es einige unterschiedliche Prinzipien zu beachten: In Ballnähe und Torkreisnähe wird eng gedeckt. In der Fernwurfzone ist der Sicherheitsabstand etwas größer. Grundsätzlich gilt als Regel, daß der Sicherheitsabstand zum Angreifer, auch ohne Ball, vom Mittelfeld (ca. 3m) über die Fernwurfzone (1m) bis zur Nahwurfzone immer enger wird.

Ein Abwehrspieler kann auch den *Raum decken*. Dies bedeutet, er agiert in einem gewissen Feldbereich (z. B. im Rückraum) und stört die dort agierenden Angreifer oder hindert sie am Eindringen in den Raum. Befinden sich mehrere Angreifer in diesem Raum, richtet er sich an der Konstellation der Gruppe von Gegenspielern aus. Beispielsweise richtet er sich am Rückraum-Mittespieler aus, stört aber auch „alle Aktionen von Rückraum-Links und -Rechts nach innen und verhindert Rückraumwürfe aus dem Angriffszentrum – auch nach dem Kreuzen“ (Kolodziej, 2003, S. 41). Er stört den Spielaufbau, indem er kein druckvolles Spiel von einer Seite auf die andere zulässt, drängt den Rückraum-Mittespieler Richtung Mittellinie zurück, darf sich aber auch nicht so weit nach vorne orientieren, dass lange Pässe von den Rückraumspielern (sog. Expresspässe) hinter seinem Rücken gespielt werden können (vgl. Feldmann, 2002a).

Wenn ein Spieler den *Kreis decken* soll, so bedeutet dies, dass er für den Kreisspieler zuständig ist. Ob der Abwehrspieler sich dabei vor oder hinter dem Angreifer positionieren sollte, ist umstritten. In früherer Spielweise war die richtige Position „immer zwischen dem eigenen Tor und dem gegnerischen Kreisspieler“ (Kuchenbecker, 1974, S. 66). Kolodziej (2003, S. 30) unterstützt diese Ansicht noch mit der Begründung, dass eine Position vor dem Kreisspieler zu riskant sei, denn der Abwehrspieler muss „verhindern, dass der Kreisspieler ohne Ball in Ballrichtung in die freien Räume am Kreis laufen kann“. Während Heuberger (2004, S. 16) für beides Vor- und Nachteile sieht, aber eher zu einer Position vor dem Kreis neigt, um eher den Ball erkämpfen zu können, plädiert Späte (2005, S. 15) eindeutig für eine Position vor dem Kreisspieler:

Während die Abwehr hohe Kreisanspiele mittlerweile immer besser blocken oder sogar abfangen kann, stehen die Verteidiger bei der Abwehr von Bodenpässen vor größeren Problemen. Hier ist ein verändertes Stellungsspiel notwendig, so dass Bodenpässe schon vor (!) der Ballannahme geblockt bzw. abgefangen werden können.

Auch Brand (2004, S. 5) unterstützt diese Meinung und fordert hier die den *Kreis deckenden* Abwehrspieler sogar zu einer sehr aktiven Spielweise auf.

Um das Anspiel anderer Angreifer zu verhindern, sind die Abwehrspieler angehalten, erreichbare *Bälle abzufangen*.

Bevor ein Angreifer in guter Position zum Wurf kommt, sollte er nach außen *abgedrängt* werden (Trosse, 1988, S. 135).

Kann der Angreifer nicht am Torwurf gehindert werden, so ist das *Blocken* des Balles die letzte Möglichkeit des Eingreifens für den Abwehrspieler.

5.2.2 Gruppentaktische Maßnahmen

Das *Verschieben* ist ein Verdichten der Abwehrspieler auf der Ballseite, um dort eine günstige Überzahlsituation für die Abwehr zu schaffen (vgl. Kolodziej, 2003, S. 23).

Begleiten bis zur Übergabe beschreibt ein Verhalten zweier Abwehrspieler, die zeitlich versetzt einen Angreifer *decken*. Ein Angreifer wird zunächst von einem Abwehrspieler gedeckt. Bewegt sich dieser Angreifer in einen anderen Zuständigkeitsbereich, so begleitet ihn der Abwehrspieler bis zur Übergabe, bis er dann von dem neuen Abwehrspieler übernommen wird.

Das *Übergeben-Übernehmen* ist eine der wichtigsten gruppentaktischen Abwehrmaßnahmen (vgl. Oppermann, 1996, S. 46). Es beschreibt prinzipiell das gleiche Verhalten wie Begleiten bis zur Übergabe, nur wird hier noch deutlicher, dass die Abwehrspieler nach der Übergabe des eigenen Angreifers sofort einen anderen Angreifer wieder übernehmen müssen, beispielsweise beim Kreuzen zweier Angreifer. Auch „übergibt ein offensiver Verteidiger einen Angreifer mit Ball, der seinen Abwehrraum verlässt, an seinen Nebenspieler“ (Kolodziej, 2003, S. 43). Problematisch ist dabei besonders die Situation „beim Wechsel der Verteidigerfunktionen, wenn der Kreisverteidiger zum hervortretenden Verteidiger wird und umgekehrt“ (Kuchenbecker, 1974, S. 67).

„Unter *Sichern* versteht man das auf eine bestimmte Spielsituation abgestimmte Verhalten von Verteidigern mit dem Ziel, den Mitspieler bei dessen Abwehraufgabe gegen den ballbesitzenden Angreifer zu unterstützen“ (Mraz &

Schädlich, 1977, S. 111). „Es geht dabei um die Sicherung des entstehenden Durch- oder Einbruchsraums. Dieser wird durch halboffensive Stellungen der Nebenspieler eingeengt“ (Trosse, 1988, S. 142). Die *sichernden* Abwehrspieler agieren nicht nur halboffensiv, sie *verschieben* auch in Richtung Ballbesitzer, jedoch nur so weit, dass ihre persönlichen Gegenspieler noch im Blickfeld bleiben. Der Kreisspieler bleibt aber dabei eng gedeckt (vgl. Trosse, 1988, S. 144).

Das *Einordnen* bezeichnet das nach dem *Heraustreten* oder *Sichern* Wiedereinfügen in den Abwehrverband. Es „erfolgt in Ballrichtung, aber erst dann, wenn der direkte Gegenspieler den Ball weitergespielt hat und deshalb nicht mehr torgefährlich ist“ (Kolodziej, 2003, S. 23).

Wurde ein Abwehrspieler von seinem persönlichen Angreifer ausgespielt, beispielsweise mit einer Finte und Durchbruch, so muss ein anderer Abwehrspieler *aushelfen*. Dieser versucht, einen möglichen Torwurf des nun ungedeckten Angreifers zu verhindern und verlässt damit seinen persönlichen Angreifer, in der Hoffnung, dass der nächste Abwehrspieler bei Bedarf auch wiederum aushelfen wird.

Doppeln bedeutet, dass immer zwei Abwehrspieler den Ball führenden Angreifer *decken*.

Kann der Angreifer nicht am Torwurf gehindert werden, so wird als gruppentaktische Maßnahme das Blocken des Balles als *Doppelblock* ausgeführt.

5.2.3 Mannschaftstaktiken

Im Folgenden werden nur grundlegende Aspekte zu den Abwehrsystemen und zur Spielweise gegeben, da sich die taktischen Handlungen erst in den Abwehrformationen (Kapitel 5.3 Abwehrformationen) beschreiben lassen.

5.2.3.1 Abwehrsysteme

Kolodziej (2003, S. 36) „unterscheidet drei Deckungsformen: Die Manndeckung, die Raumdeckung und deren Verbindung als kombiniertes Deckungssystem“. Prinzipiell unterscheiden sie sich in der Art der Zuordnung der Abwehrspieler zu

den Angreifern, was Konsequenzen vor allem für Laufwege und Absprachen hat, so dass jedes System seine Stärken und Schwächen hat.

Bei der *Manndeckung* ist jeder Abwehrspieler für einen bestimmten Angreifer zuständig. Ein Abwehrspieler *deckt* hier immer den gleichen Angreifer, gleichgültig, wo sich dieser auf dem Feld befindet. Die Zuordnung von Abwehrspieler zu Angreifer ändert sich also nicht, aber die Laufwege können recht lang werden.

Bei der *Raumdeckung* hingegen sind die Abwehrspieler für bestimmte Räume zuständig. Sie *decken* diejenigen Angreifer, die sich in ihrem jeweiligen Raum befinden. Wenn sich die Angreifer auf dem Feld bewegen, können sich die Zuordnungen der Spielerpaare ändern, womit sich die Laufwege verkürzen.

Im *kombinierten Deckungssystem* können diese beiden Systeme auf zwei unterschiedliche Weisen miteinander kombiniert werden. Zum einen können einzelne Abwehrspieler im Raumdeckungssystem mit Aufgaben der Manndeckung belegt werden. Bei einem 5:0+1-System beispielsweise agieren fünf Abwehrspieler nach den Regeln der Raumdeckung, ein Abwehrspieler wird als Manndecker eingesetzt. Zumeist wird hiermit der Spielmacher oder der beste Werfer ausgeschaltet. Diese Art zu *decken* wird auch bei Überzahlspiel gegen einzelne Spieler eingesetzt (vgl. Kolodziej, 2003, S. 36). Des Weiteren kann das Raumdeckungssystem aber auch in unterschiedlichen Formationen gespielt werden, wobei sich hier die spezifischen Eigenschaften der beiden Systeme vermischen. Die Bezeichnungen der Formationen beziehen sich dabei auf die Angabe der Aufstellung, wie viele Abwehrspieler sich nahe der Torraumlinie befinden und wie viele tiefer ins Feld rücken. Bei einer 6:0-Formation beispielsweise haben alle sechs Abwehrspieler ihre Grundpositionen am 6m-Kreis, während die 3:2:1-Formation gestaffelt ist. Hier agieren drei Spieler nahe der Torraumlinie, zwei stehen etwas weiter zur Feldmitte hin und ein Abwehrspieler ist noch weiter vorgezogen.

Weitere Ausführungen mit tiefer gehenden Betrachtungen, insbesondere dazu, in welcher Form sich die Abwehrsysteme in den einzelnen Abwehrformationen manifestieren, sind in Kapitel 5.3 (Abwehrformationen) zu finden.

5.2.3.2 Spielweisen

Oppermann (1996, S. 46) verdeutlicht den Zusammenhang von Formation und Spielweisen: „Das Spiel der gesamten Mannschaft vollzieht sich in bestimmten Abwehrformationen, wobei sich die Spieler innerhalb dieser Form ballbezogen oder mannbezogen orientieren.“ Außerdem kann die Spielweise offensiv oder defensiv ausgerichtet sein. Mit ihrer Hilfe kann sich die Abwehr an die Stärken und Schwächen des Gegners anpassen (vgl. Kolodziej, 2003, S. 37).

Die Spielweise ist also eine Beschreibung der Verhaltensweisen der Abwehrspieler innerhalb des Spielsystems und doch unabhängig von der Formation. Einen schematischen Überblick gibt Abbildung 31.

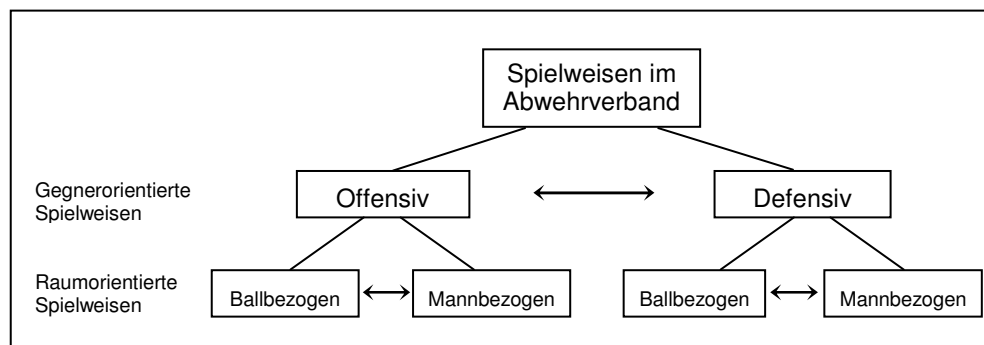


Abb. 31: Spielweisen im Abwehrverband (modifiziert nach Späte & Wilke, 1981, S. 23)

Die Unterscheidung in *offensiv/defensiv* beschreibt das Verhalten der Abwehrspieler gegenüber ihren unmittelbaren Gegenspielern (Abb. 32). Je weiter sich der Abwehrspieler von der 6m-Kreislinie weg hin zum Angreifer bewegt, desto offensiver agiert er. Die defensive Spielweise zeichnet sich durch eine Dichte am 6m-Kreis aus, hat aber ihre Schwächen bei Distanzwürfen aus dem Rückraum. Die offensive Spielweise agiert mehr in die Tiefe, so dass Würfe aus dem Rückraum weniger gut möglich sind. Hier sind eher Durchbrüche der Rückraumspieler sowie ein Anspiel an den Kreisläufer erfolgreich, dem aufgrund der geringeren Dichte am Kreis jetzt mehr Raum für Wurfaktionen zur Verfügung stehen.

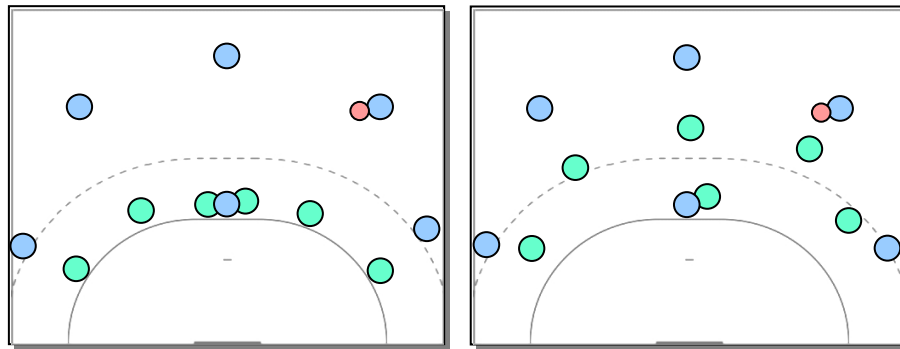


Abb. 32: Spielweise a) defensiv b) offensiv

Hinsichtlich der Spielweise können aber auch Sonderabsprachen getroffen werden. So kann beispielsweise ein Abwehrspieler gegen einen torgefährlichen Rückraumspieler eher offensiv agieren, während sich der Rest der Mannschaft defensiv verhält.

Die Unterscheidung *mannbezogen/ballbezogen* unterscheidet das Verhalten des Abwehrspielers in dem ihm zugeordneten Abwehrraum (Abb. 33).

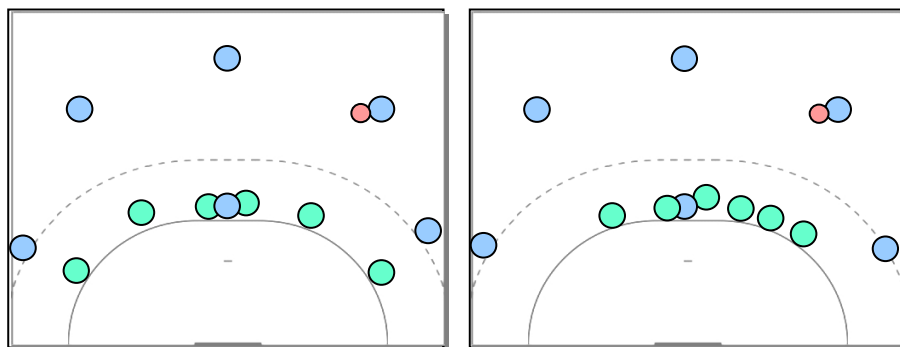


Abb. 33: Spielweise a) mannbezogen b) ballbezogen

Ist die Spielweise mannbezogen, richtet sich der Abwehrspieler direkt an der Position seines unmittelbaren Gegenspielers gemäß dem Grundsatz aus, dass „jeweils nur ein Spieler ein Tor erzielen kann“ (Dolenec, 1974, S. 76). Probleme ergeben sich auf Grund der großen Zwischenräume zwischen den einzelnen Abwehrspielern, die Individualdurchbrüche der Angreifer ermöglichen.

Bei der ballbezogen Spielweise handeln die Abwehrspieler nach dem Grundsatz, dass ein Tor nur mit dem Ball geworfen werden kann (vgl. Dolenec, 1974, S. 76) und bewegen sich daher so, dass am Ballort ein Überzahlverhältnis zu Gunsten der Abwehr erzeugt wird (vgl. Späte & Wilke 1981, S. 23). Ein Durchkommen des jeweils Ball führenden Spielers wird deutlich erschwert, die ball-

fernen Angreifer haben so aber mehr Raum, den sie nach schnellen Pässen nutzen könnten.

Auch hier sind Kombinationen möglich und in der Praxis sind die Kategorien fließend (vgl. Späte & Wilke, 1981, S. 24). In manchen Abwehrformationen verhält sich ein Teil der Abwehrspieler generell offensiv, während der andere Teil defensiv ausgerichtet ist. Zudem sollte ein starker Kreisspieler beispielsweise eher mannbezogener gedeckt werden, während die anderen Abwehrspieler recht ballbezogen agieren (vgl. Kolodziej, 2003, S. 36).

5.3 Abwehrformationen

Nach Kuchenbecker (1974, S. 75) ist hierbei folgende Vorgehensweise angezeigt:

Nachdem der Wirkungsraum eines Deckungssystems bestimmt wurde, müssen die Aufgaben und Rollen der einzelnen Spieler innerhalb dieser Einheit definiert werden. Dabei sind die Faktoren zu berücksichtigen, von denen die Tätigkeit der einzelnen Spieler abhängt und die das Zusammenwirken erleichtern und verdeutlichen, also Angriffsspieler und Ball.

Dieser Vorstellung Rechnung tragend werden im Folgenden die Abwehrsysteme unter den Aspekten der Zuordnungen der Spieler und deren Positionen und Aufgaben beleuchtet und die Stärken und Schwächen sowie der Einsatzbereich der Abwehrformationen erläutert. Die dabei jeweils eingesetzten Individualtechniken und -taktiken sowie die Abwehrtaktiken in der Gruppe sind bereits in den Kapitel 5.2.1 und 5.2.2 beschrieben worden.

Als Konkretisierungen der in Kapitel 5.2.3.1 beschriebenen Abwehrsysteme werden die häufig praktizierten Abwehrformationen Manndeckung, 6:0-, 5:1- und 3:2:1-Deckung nun näher betrachtet. Denn die vorliegende Arbeit wird auf alle diese Formationen eingehen und jeweils spezifische Lösungen entwickeln.

5.3.1 Manndeckung

„Bei der Manndeckung ist der Abwehrspieler einem bestimmten Angriffsspieler zugeordnet, und zwar ohne Bindung an eine feste Position“ (Kolodziej, 2003, S. 36). Diese Vorgabe ist in Abbildung 34 schematisiert dargestellt.

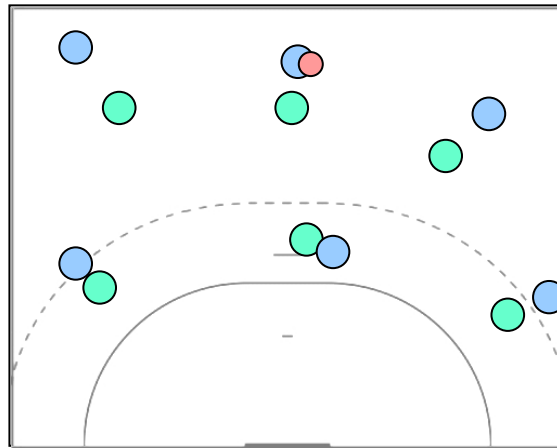


Abb. 34: Schematische Darstellung der Manndeckung

Die Zuordnung ist also personengebunden. Jeder Abwehrspieler ist stets dem gleichen Angreifer zugeordnet, unabhängig von dessen Verhalten.

Die Grundposition der Abwehrspieler richtet sich damit auch direkt nach den Positionen der Angreifer.

Alle Abwehrspieler haben prinzipiell die gleichen Aufgaben. Torferne Angreifer sollen direkt gedeckt werden. Das bedeutet, dass die Abwehrspieler zwischen dem Angreifer und dem Tor stehen, wobei der Abstand zum Angreifer mit Tor-nähe oder bei Ballbesitz des zugeordneten Angreifers geringer wird (vgl. Trosse, 1988, S. 135). Wenn sich ein Angreifer am Kreis befindet, wird dieser als Kreisläufer gedeckt, das heißt zur Verhinderung des Anspiels wird hier eine Stellung zwischen Ball und Kreisspieler eingenommen.

Der Vorteil einer solchen Formation ist vor allem die klare Zuordnung, weshalb es in Bezug auf die Zuordnung keine Abspracheprobleme gibt.

Als Nachteile sind die weiten Laufwege zu nennen, wodurch diese Abwehrart bei sich viel bewegendes Angreifern sehr konditionsraubend werden kann. Auch die Durchbruchsräume sind sehr groß, so dass gute Angreifer mit individuellen Durchbrüchen erfolgreich sein könnten.

Die Rahmentrainingskonzeption des DHB sieht für die E- und D-Jugend die Manndeckung als die optimale Deckungsvariante vor. Begründet wird dies mit den besonderen individuellen Anforderungen an die Abwehrspieler, aber auch die Angreifer können bei dieser offensiven Spielweise ihre Möglichkeiten frühzeitig entwickeln (vgl. Krüger, 2007, S. 32). Gespielt werden kann die Manndeckung über das ganze Spielfeld, nur in der eigenen Abwehrhälfte, oder aber sie wird nur im eigenen Abwehrdrittel eingesetzt. Sonst wird sie aber auch oft in den letzten Spielminuten gespielt, um der Verzögerungstaktik des Gegners entgegenzuwirken, mit der dieser einen geringen Vorsprung zu sichern sucht. Eine schnelle Umstellung auf diese Abwehrform hat auch meist einen gewissen Überraschungseffekt (vgl. Späte & Wilke, 1981, S. 58f.).

5.3.2 6:0-Deckung

Die 6:0-Deckung ist in ihrer defensiven Ausrichtung die reinste Form der Raumdeckung und reagiert „wie eine unzertrennliche Einheit auf alle Aktionen der gegnerischen Mannschaft, vor allem, was die Fortbewegung des Balles anlangt“ (Grinbergas, 1977, S. 65). Die Abwehrspieler stehen zunächst nebeneinander aufgereiht am 6m-Kreis und orientieren sich bezüglich des Abstandes zum Kreis vor allem am Ort des Balles (siehe Abb. 35). Dabei ist jeder Abwehrspieler für einen bestimmten Raum am Wurfkreis und immer für einen Angreifer der gegnerischen Mannschaft in diesem Raum verantwortlich. Der Abwehrspieler „verfolgt den Positionswechsel des Gegenspielers nicht, sondern übergibt ihn seinem Nebenspieler, um dann den in seinen Raum gelaufenen Angreifer zu übernehmen.“ (Grinbergas, 1977, S. 65). Nach Kuchenbecker (1974, S. 67) sind die „3 goldenen Fäden im Abwehrgewebe“ einer 6:0-Abwehr das *individuelle Decken des persönlichen Gegenspielers*, der *Spielerwechsel* und das *Sichern des Nebenspielers* in Richtung zum Ball.

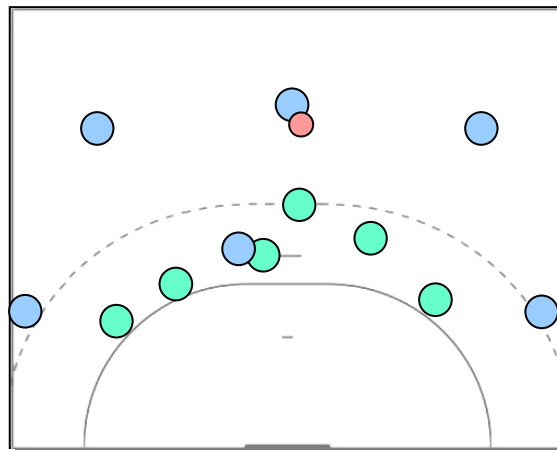


Abb. 35: Schematische Darstellung der 6:0-Deckung

Die Zuordnung erfolgt also durch Abzählen von außen. Dabei ist der jeweils erste Abwehrspieler von außen für den ersten Angreifer von außen zuständig, der zweite für den zweiten, usw. Die Zuordnung ändert sich also bei jedem Positionswechsel der Angreifer, z. B. bei einem einlaufenden Außenspieler oder bei kreuzenden Rückraumspielern.

Die Grundposition aller Abwehrspieler ist *defensiv* am Kreis.

Die Abwehrspieler haben zunächst die gleichen Aufgaben, denn alle *decken defensiv* und *verschieben* zur Ballrichtung, wenn ihr Angreifer nicht gefährlich ist. Abwehrspieler, die für die Angreifer im Rückraum zuständig sind, *treten heraus*, wenn ihr Gegenspieler gefährlich wird, sie *sichern* den Durchbruchraum, wenn der Nebenspieler *heraustritt* und sie ordnen sich dann wieder ein. Bei einem Wechsel der Zuordnung werden die Angreifer übergeben und übernommen. Auch „übergibt ein offensiver Verteidiger einen Angreifer mit Ball, der seinen Abwehrraum verlässt, an seinen Nebenspieler“ (Kolodziej, 2003, S. 43). Der Abwehrspieler, der dem Kreisspieler zugeordnet ist, *deckt* diesen immer als *Kreis*, *sichert* also auch nicht. Dies ist in der 6:0-Abwehr deshalb so schwierig, weil durch die Bewegungen des Kreisspielers und durch das andauernde Verschieben die Zuordnung zum Kreisspieler und zu den Rückraumspielern ständig wechselt (vgl. Kolodziej, 2003, S. 43). Die Zuordnung kann sich aber auch durch gestellte Sperren ändern, denn den „Sperren im Rückraum weicht der jeweilige Abwehrspieler aus und übernimmt stattdessen den Kreisspieler“ (Kolodziej, 2003, S. 43). Die Abwehrspieler auf den Außenpositionen *decken* den

Außenangreifer auch bei Ballbesitz *defensiv* und versuchen, ein Einlaufen zu verhindern (vgl. Grinbergas, 1977, S. 65).

Die Vorteile sind die geringeren Laufwege der Abwehrspieler und die stark eingeschränkten Handlungsspielräume der gegnerischen Außen- und Kreisspieler. Außerdem ist der gesamte gegnerische Angriff immer übersichtlich vor der Abwehr und die Zusammenarbeit mit dem Torwart ist gut möglich (vgl. Grinbergas, 1977, S. 69).

Nachteilig kann das permanente Abzählen mit dem Wechseln der Zuordnung sein, was zu Abspracheproblemen besonders am Kreis führen kann (vgl. Grinbergas, 1977, S. 69; Späte, 2002, 24f.). Als Schwächen des Systems sieht Kolodziej (2003, S. 42) besonders den Raum hinter dem *heraustretenden* Verteidiger an, in den der Kreisspieler laufen kann, sowie das Nicht-Verhindern-Können von Querbewegungen und das Kreuzen der Rückraumspieler.

5.3.3 5:1-Deckung

Die 5:1-Deckung kann als Übergang zwischen der eher defensiv ausgerichteten 6:0-Deckung und der offensiven 3:2:1-Deckung angesehen werden (vgl. Feldmann, 2002a, S. 19). Es befinden sich fünf Abwehrspieler kreisnah und ein Abwehrspieler agiert als vorgezogener Spieler tiefer im Raum (Abb. 36).

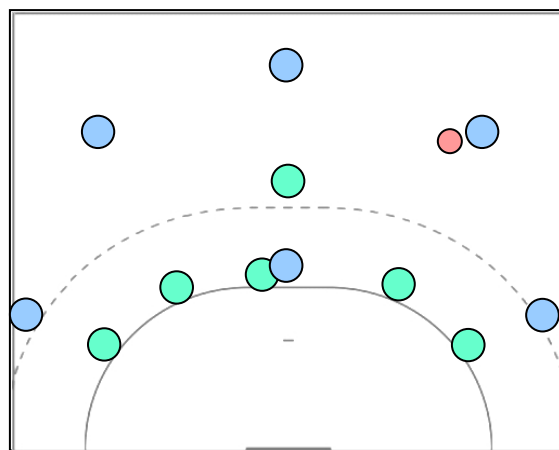


Abb. 36: Schematische Darstellung der 5:1-Deckung

„Sie funktioniert wie eine 6:0-Abwehr, bei der der Abwehrspieler Vorne-Mitte die offensive Aufgabe des Spielers auf Hinten-Mitte übernimmt“ (Kolodziej, 2003, S. 41).

Die Zuordnung der fünf Abwehrspieler am Kreis erfolgt wie bei der 6:0-Abwehr durch Abzählen von Außen, wobei sie den Gegenspieler des vor der Deckung agierenden Spielers beim Abzählen ignorieren. Der vorgezogene Spieler ordnet sich dem Rückraum-Mitte zu oder einem anderen Rückraumspieler, falls die mittlere Position nicht besetzt ist (vgl. Kolodziej, 2003, S. 41).

Die Grundpositionen der fünf Spieler am Kreis sind *defensiv*, die des vorgezogenen Spielers ist *offensiv*.

Die Aufgaben der fünf Abwehrspieler sind aufgrund der analogen Funktionsweise die gleichen Aufgaben wie bei der 6:0-Abwehr. Beim Abzählen von außen ignorieren sie einfach den Rückraum-Mitte-Spieler, übernehmen und übergeben ihre zugeordneten Angreifer wie bei der 6:0-Deckung. Sie *treten heraus*, *sichern* und *verschieben* am Kreis (vgl. Kolodziej, 2003, S. 41). Den Kreisspieler *decken* sie als Kreisläufer, stehen also zur Vermeidung des Anspiels vor ihm. Er kann wie bei der 6:0-Abwehr übergeben werden (vgl. Kolodziej, 2003, S. 43) oder es wird – vor allem gegen schnelle Rückraumspieler – ohne Übergeben/Übernehmen gespielt (vgl. Brand & Heuberger, 2005, S. 6). Die Außenspieler werden trotz Ballbesitzes *defensiv gedeckt*. Der Vorgezogene hat eine direkte Zuordnung, sein Verhalten entspricht aber nicht der direkten Deckung wie bei der Manndeckung. Er richtet sich zwar am Rückraum-Mittespieler aus, aber er deckt den Raum, das heißt er stört den gesamten Spielaufbau im Rückraum, also auch Aktionen von Rückraum-Links und Rückraum-Rechts (vgl. Späte, 2008, S. 5). Schaffen die Rückraumspieler dennoch eine zur Feldmitte gerichteter Anlaufbewegung, sollen die Halbspieler *defensiv* nach innen *schieben* und gegebenenfalls in Absprache mit dem Hinten-Mitte-Spieler den Kreisspieler übernehmen (Feldmann, 2002a, S. 21).

Der Vorteil dieser Abwehrformation liegt in der Störung der Aktionen im Rückraum trotz einer gewissen Dichte am 6m-Kreis.

Der Nachteil ist – wie bei der 6:0-Deckung – das permanente Abzählen mit wechselnder Zuordnung, was zu Abspracheproblemen besonders am Kreis und bei zur Feldmitte anlaufenden Rückraumspielern führen kann.

„Diese häufig genutzte Abwehrformation wird gegen Teams angewendet, die ihre Angriffe vor allem über die Mitte abschließen“ (Kolodziej, 2003, S. 41). Sie

ist äußerst variantenreich und variabel einsetzbar (vgl. Feldmann, 2002b). So kann sie auch sehr ballorientiert oder auch sehr offensiv gespielt werden. Vor allem gegen schnelle torgefährliche Rückraumspieler können die Halbspieler kurzfristig offensiver werden, um so das Passspiel im Rückraum zu unterbrechen (vgl. Brand & Heuberger, 2005, S. 5). Zudem kann die Kooperation zwischen Hinten-Mitte und Hinten-Links oder Hinten-Rechts unterschiedlich ausfallen.

5.3.4 3:2:1-Deckung

Die 3:2:1-Deckung ist die offensivste Variante der Raumdeckung (Abb. 37). „Sie soll den Gegner unter Druck setzen und Angriffsfehler provozieren. Ziel ist der Ballgewinn“ (Kolodziej, 2003, S. 38). Die 3:2:1-Abwehr ist eine „Bekämpfer-Deckung. Das gilt insbesondere für das Offensivteam HL, VM, HR. Sie agieren offensiv und attackieren die Ballführer energisch und entschlossen“ (Feddern, 2005, S. 5).

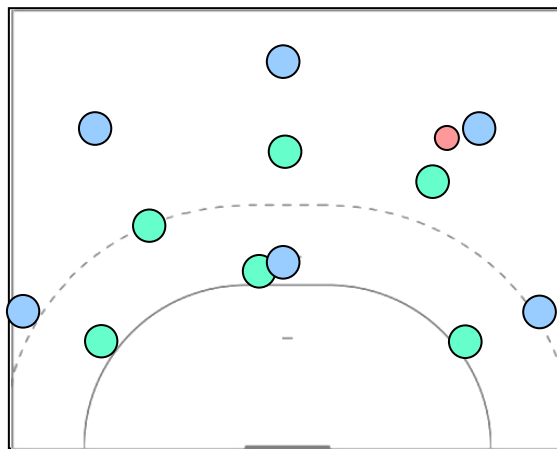


Abb. 37: Schematische Darstellung der 3:2:1-Deckung

Jeder Abwehrspieler ist seinem direkten Gegenspieler zugeordnet, zumindest beim 3:3-Positionsspiel (vgl. Kolodziej, 2003, S. 38).

Die Grundpositionen der Abwehrspieler auf außen und des Hinten-Mitte am 6m-Kreis sind *defensiv*, die anderen drei Spieler sind *offensiv* ausgerichtet, wobei der Vorgezogene noch weiter im Feld agiert als die beiden Halbspieler.

Die Aufgaben der drei Abwehrspieler, die gegen die Angreifer des Rückraums agieren, sind gleich. Sie richten sich an ihren jeweilig zugeordneten Angriffs-

spielen aus, bewegen sich bei Ballbesitz in deren Richtung und verhindern den Pass zum Kreisspieler (vgl. Taborsky & Tuma, 1990, S. 17). Ist ein anderer Spieler im Ballbesitz, *sichern* sie ihre Nebenspieler, um Durchbrüche der Rückraumspieler zu vermeiden (Kolodziej, 2003, S. 39), d. h. sie *decken den Raum*. Der Hinten-Mitte Spieler *deckt den Kreisspieler*, wenn dieser auf der Ballseite ist, hilft bei Durchbrüchen in seiner Nähe aus, blockt Distanzwürfe und übernimmt gegebenenfalls einen einlaufenden Angreifer (vgl. Kolodziej, 2003, S. 39 sowie Martin & Korfmeier, 2007, S. 30). Die Außenspieler *sichern* den Durchbruchraum, wenn der Halbspieler den Ball hat und agieren sonst *defensiv*, können aber auch ein offensiv antizipatives Abwehrverhalten zeigen (vgl. Trosse, 1985, S. 206ff.).

Die Vorteile der 3:2:1-Abwehr liegen für Kolodziej (2003, S. 38) in der Dichte im Abwehrzentrum und der einfachen Zuordnung der direkten Gegenspieler beim 3:3-Positionsspiel. Trosse (1985, S. 205) sieht diese vor allem in den wenigen Grundbewegungen und festgelegten Laufwegen.

Nachteile sind die Problematik bei Einbruch der Rückraumspieler der Halbpositionen und der Übergang zum Spiel mit zwei Kreisspielern. Des Weiteren sind die konditionellen Anforderungen in Bezug auf die Lauf- und Blockarbeit wesentlich höher als in anderen Formationen. Außerdem entstehen durch die massive Verdichtung im Zentrum der Abwehr größere Räume für die Angriffshandlungen der Außenspieler (vgl. Trosse, 1985, S. 205).

Die Anwendung bietet sich vor allem gegen statisch spielende, wurfstarke Teams an (Kolodziej, 2003, S. 38).

6 Modell des Abwehrverhaltens

Das in den vorangegangenen Kapiteln erarbeitete Expertenwissen zum Abwehrverhalten soll nun in ein Modell überführt werden. Zum besseren Verständnis beginnen diese Ausführungen mit dem bereits generalisierten Modell des Abwehrverhaltens im Hallenhandball. Dieses beschreibt die grundlegende Abläufe und Bereiche, so dass anhand derer die Modellierung der Teilbereiche aufgezeigt werden kann. Die Regelbasis als das Modell der abwehrspezifischen Entscheidungsketten beschreibt dann, wie sich das Verhalten der Abwehrspieler in den einzelnen Abwehrformationen konkretisiert.

Strukturiert, abstrahiert und formalisiert man das erhobene Wissen zum Verhalten der Abwehrspieler, so geht es stets um die Beantwortung der Frage:

Wer muss wen wie *decken*?

Dies zeigt das grundlegende Modell des Abwehrverhaltens (Abb. 38). Es verdeutlicht das Verhalten eines jeden Abwehrspielers, der weiß, wen er warum wie *decken* muss.

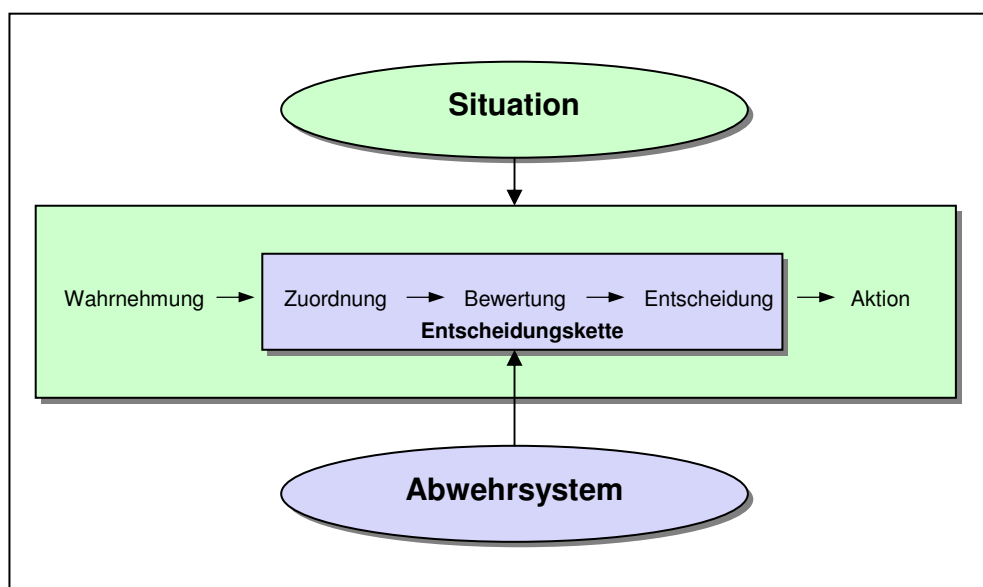


Abb. 38: Modell des Abwehrverhaltens im Hallenhandball

Die Situation wird laufend von den Abwehrspielern unabhängig voneinander analysiert, um die Frage zu beantworten, wer wen wie *decken* soll. Hier wird schon deutlich, dass das Abwehrverhalten ein ständiges (Re-)Agieren ist und es kein passives Verhalten bzw. ein *Nicht-Handeln* geben kann.

Der Abwehrspieler nimmt die Situation wahr und registriert die für seine Entscheidung relevanten Fakten.

Im abwehrspezifischen Regelsystem kommen dann Zuordnung-, Bewertungs- und Entscheidungsregeln zum Einsatz. Zunächst wird mittels der Zuordnungsregeln geklärt, für wen der jeweilige Abwehrspieler zuständig ist. Mit Hilfe der Bewertungsregeln bewertet er die Gefährlichkeit des ihm zugehörigen Angreifers und gegebenenfalls auch dessen Nachbarn. Diese Bewertungen fließen dann in die Entscheidungsregeln ein, in denen die passende Aktion ausgesucht wird.

Wie sich diese Aktion dann konkret äußert ist wieder von der jeweiligen Situation abhängig.

Ein Beispiel soll das Gesagte konkretisieren (Abb. 39). Eine einfache und gängige Anweisung im 6:0-Abwehrsystem ist:



Abb. 39: Beispiel einer Regel im 6:0-Abwehrsystem mit den Komponenten des Modells

Der Abwehrspieler muss also zunächst die Situation wahrnehmen. Aus der Situationsanalyse wird er mittels der Zuordnungsregeln den ihm zugehörigen Angreifer erkennen. Diesen wird er mittels der Bewertungsregeln gegebenenfalls als momentan *gefährlich* einschätzen. Wenn dem so ist, wird er aufgrund der Entscheidungsregeln als passende Aktion das *Raustreten* auswählen. In welcher Weise er die Aktion *Raustreten* dann konkret realisiert, hängt wiederum von der gegebenen Situation, also der Stellung des Angreifers bzw. der Konstellation der anderen Angreifer, ab.

Die Tabelle 3 gibt einen Überblick und Beispiele zu den einzelnen Bereichen des Modells. Zunächst werden die Modellierung der Wahrnehmung, dann die der möglichen Aktionen der Angreifer und der Abwehrspieler erläutert. Es fol-

gen die Regeln, wobei die Zuordnungsregeln und die Bewertungsregeln noch unabhängig von dem Abwehrsystem formuliert werden können. Die Entscheidungsregeln werden dann als abwehrsystemspezifisches Regelmodell formuliert.

Die Modellierung der einzelnen Elemente wird im Folgenden in den einzelnen Bereichen beschrieben. Da die Abgrenzungen zur Simulation fließend sind, wird nicht nur die Modellierung aufgezeigt, es wird auch erläutert, wie die Umsetzung des Modells in die Simulation theoretisch erfolgt und jeweils diskutiert, welche Auswirkungen diese Art der Modellierung und Umsetzung in der Simulation hat.

Tab. 3: Bereiche des Modells

| Bereich | Beschreibung | Beispiel |
|----------------------------|---|---|
| Wahrnehmung | Orientierung im Raum und Erkennen der Position der Mitspieler und des Balles | Abstand: 6 oder 9 m |
| Zuordnungsregeln | Welcher Abwehrspieler ist für welchen Angreifer zuständig | Abzählen von Außen: Bei der 6:0 Formation ist der erste Abwehrspieler von links für den ersten Angreifer von links zuständig, der 2. für den 2. usw. |
| Bewertungsregeln | Bewertungen der Angreifer hinsichtlich der Torgefährlichkeit | Torgefährlichkeit: Der Angreifer ist nicht torgefährlich, weil er sich im Rückraum befindet und keinen Ball hat |
| Entscheidungsregeln | Verknüpfung von Bewertungsergebnissen mit eindeutiger Abwehrhandlung (Aktion) | Wenn der zugeordnete Angreifer torgefährlich ist, dann muss der Abwehrspieler heraustreten. |
| Aktionen | Bewegungshandlungen der Angreifer und Abwehrspieler | Raustreten: Der Abwehrspieler befindet sich zwischen Angreifer und Tor und geht bis zu 9 m heraus |

6.1 Teilmodell Wahrnehmung

Im Folgenden werden die Teilbereiche des Modells erläutert, die der Wahrnehmung der Spieler zugeordnet werden können. Hierunter fallen die generelle Orientierung im Raum sowie die Wahrnehmung von Mitspielern und Balles. Es wird also beschrieben, in welcher Form welche Informationen aufgenommen und verarbeitet werden.

6.1.1 Orientierung im Raum

Die Orientierung im Raum, gleichbedeutend mit dem Erkennen der Positionen von Objekten, stellt zwar lediglich einen Ausschnitt aus der Fülle von Wahrnehmungen dar, denen ein Abwehrspieler ausgesetzt ist. Trotzdem ist die Reduktion auf die Orientierung im Raum Ziel führend, weil sie eindeutig und damit in ein Modell überführbar ist. Sie wird wie folgt modelliert:

Orientierung im Raum:

Die Beschreibung der Positionen aller Objekte auf dem Feld erfolgt mit den Positionsvariablen *Abstand zum Tor* und *Winkel zum Tor*.

Als Bezugspunkt zur Winkelberechnung wird der Tormittelpunkt gesetzt. In die Berechnung des Abstandes wird die Breite des Tores mit einbezogen.

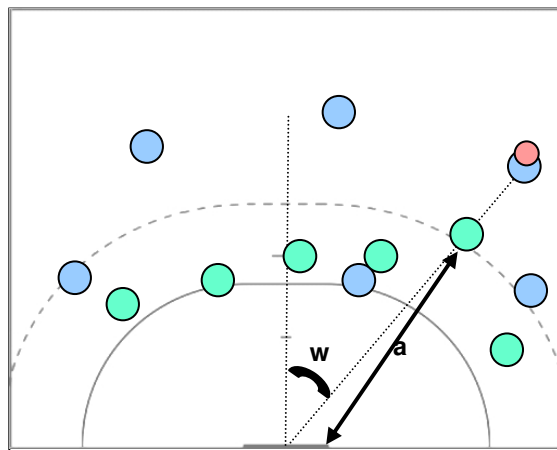


Abb. 40: Abstand a und Winkel w zur Beschreibung der Positionen auf dem Spielfeld

Dass sich dabei die Berechnung des Abstands nicht auch auf den Tormittelpunkt bezieht (siehe Abb. 40) mag zunächst befremdlich wirken. Auf diese Weise können aber die Positionsbeschreibungen aller Objekte auf dem Feld direkt aus den handballspezifischen Gegebenheiten erfolgen. Ein Spieler beispielsweise, der an der Torraumlinie entlangläuft, durchläuft den Winkelbereich von -90° bis $+90^\circ$ mit dem gleich bleibenden Abstand von 6 Metern. Haben zwei Spieler den gleichen Winkel zum Tor, so steht der Spieler mit dem geringeren Abstand genau zwischen dem anderen Spieler und dem Tor.

So werden abwehrspezifischen Anweisungen wie beispielsweise „sei immer zwischen Angreifer und Tor“ mit den gleichen Winkeln der Spieler modelliert. Wenn der Abwehrspieler „hinten am 6m-Kreis *defensiv decken* oder bis maximal 9 Meter *raustreten*“ soll, so hat er den gleichen Winkel wie der Angreifer, aber einmal mit dem Abstand 6 Meter, dann mit maximal 9 Metern.

In dieser Positionsbeschreibung sind weder die Feldauslinien noch die Höhe als dritte Dimension berücksichtigt.

6.1.2 Wahrnehmung der Mitspieler

Ohne Frage müssen auch für die Repräsentation der Wahrnehmung der Mitspieler im Modell massive Vereinfachungen vorgenommen werden. Sie wird wie folgt modelliert:

Wahrnehmung der Mitspieler:

Jeder Spieler – Angreifer wie Abwehrspieler – besitzt eine Liste, in der seine ständig aktualisierten Werte verschiedenster Parameter (z. B. Spielernummer, Winkel, Abstand, Ballbesitz etc.) gehalten werden. Diese Informationen werden allen anderen Spielern zur Verfügung gestellt und können bei Bedarf genutzt werden.

Jeder Spieler hat also generell immer Zugriff auf die gesamte Information des aktuellen Spielgeschehens, also auf alle Positionen der Mit- und Gegenspieler sowie des Balles, bzw. des Ballbesitzers. Ob oder welche Informationen der

Abwehrspieler nun für seine Entscheidung mit einbezieht, hängt von der in Kraft tretenden Regel ab.

Für das entstehende Modell wird der Abwehrspieler mit der Fähigkeit ausgestattet, die Positionen aller Spieler und den Ort des Balles immer eindeutig zu erkennen. Sie machen deshalb im Vergleich zur Realität keine Fehler, die auf fehlende oder *getäuschte* Wahrnehmung zurückzuführen wären, wie beispielsweise verdeckte Anspiele oder Blick- bzw. Passfinten. Das entspricht zwar nicht der Wirklichkeit, da dort nicht immer der Ball und alle Spieler für jeden sichtbar sind und die Angreifer des Öfteren mit Finten agieren. Würde diese *mangelnde oder getäuschte Wahrnehmung* aber bei der Modellierung berücksichtigt werden, würden sich Entscheidungen ergeben, die für den Betrachter im Sinne des System-Verstehens nicht nachvollziehbar wären. Dies würde dem Ziel der Simulation widersprechen, aufgrund der Formation zugrunde liegenden Regeln das korrekte Abwehrverhalten abzubilden.

6.1.3 Wahrnehmung des Balles

Für die Modellierung muss zunächst betrachtet werden, in welcher Weise der Ball als solcher für das Abwehrverhaltens von Bedeutung ist. Die Anweisungen zum Stellungsspiel der Abwehrspieler beziehen sich stets auf die Ausrichtung bezüglich ihres Gegenspielers und der Betrachtung, ob dieser oder ein anderer Spieler im Ballbesitz ist. Die momentane Position des Balles an sich spielt also bei der Ausrichtung des Abwehrspielers keine Rolle. Der Abwehrspieler richtet sich an der Position seines Gegenspielers aus und unterscheidet dabei, welcher Spieler im Ballbesitz ist. Als Ballbesitzer wird dabei derjenige Spieler bezeichnet, der *den Ball als nächstes erhalten* wird. Der genaue Zeitpunkt des Ballbesitzwechsels ist also nicht erst der Erhalt des Balles, sondern schon das Abspiel des Balles. Die Abwehrspieler im Modell reagieren also schon dann, wenn sie erkennen, wer den Ball als nächstes bekommen wird. Der eigentliche momentane Ort des Balles ist für die Ausrichtung der Abwehrspieler im Abwehrverband hier also unbedeutend. Nur wenn der Ball während des Fluges durch eine antizipative Spielweise des Abwehrspielers abgefangen werden oder bei Ballbesitz eines Angreifers die *Händigkeit* berücksichtigt werden soll, muss-

ten die Positionsdaten des Balles bei der Modellierung betrachtet werden. So aber dienen diese nur der optischen Darstellung des Balles in der Simulation.

Die Wahrnehmung des Balles wird demnach wie folgt modelliert:

Wahrnehmung des Balles:

Der Ball wird gleichgesetzt mit dem Angreifer, der den Ball als nächstes erhalten wird. Der Ball wird also ab dem Zeitpunkt der Ballabgabe mit dem Ort jenes Spielers beschrieben, der den Ball bekommen wird.

Im Modell wissen also alle Abwehrspieler – im Gegensatz zur Realität – immer, wo sich der Ball befindet und wer ihn nach der Ballabgabe bekommen wird. Die Abwehrspieler machen damit dem Modellzweck entsprechend keine Fehler, die in einer getäuschten Wahrnehmung begründet wären. Allerdings sind Aktionen der Angreifer wie Passfinten, verdeckte Abspiele u. ä. bei dieser Art der Modellierung wirkungslos.

6.2 Teilmodell Aktionen

Die Aktionen beschreiben mögliche Verhaltensweisen der Spieler. Dabei werden die Verhaltensweisen der Angreifer (siehe Kapitel 5.1) und die der Abwehrspieler (siehe Kapitel 5.2) unterschieden. Die Modellierung geschieht dabei losgelöst von Situationen und Unterscheidungen bezüglich Abwehrsystemen oder -formationen. Wann welche dieser Aktionen dann zum Einsatz kommen, wird im Kapitel 6.4 (Modell der abwehrspezifischen Entscheidungsketten) erläutert.

Die im Theorieteil getroffene Unterscheidung des Verhaltens in Technik und Taktik sowie die Kategorien Individuum, Gruppe und Mannschaft sind an dieser Stelle nicht mehr sinnvoll. Vielmehr werden zunächst die Aktionen der Angreifer, dann die der Abwehrspieler mit jeweils steigender Komplexität behandelt. Neben den Beschreibungen werden auch direkt die Folgerungen und Konsequenzen, die sich aus dieser Art der Modellierung ergeben, diskutiert.

6.2.1 Aktionen der Angreifer

Die Aktionen der Angreifer erscheinen für diese Arbeit von untergeordneter Bedeutung, da das Ziel die Modellierung und Darstellung des Abwehrverhaltens ist. Letztere didaktisch sinnvoll zu gestalten kann aber nur dann erreicht werden, wenn den Angreifern im Modell eine gewisse Autonomie zugestanden wird. Denn der Anwender soll das zu erlernende Abwehrsystem in seiner Gesamtheit und Dynamik beobachten können und muss deshalb Reaktionen der Abwehrspieler durch von ihm gesteuerte Aktionen der Angreifer provozieren können. Dies erfordert das Angriffsverhalten zumindest in Bezug auf ausgewählte Aktionen und in einem gewissen Umfang abzubilden.

Folgende Verhaltensweisen der Angreifer werden deshalb modelliert:

- Grundposition einnehmen
- Passen und Fangen
- Torwurf
- Durchspielen
- Stoßbewegung
- Finte
- Sperren

6.2.1.1 Grundposition einnehmen

Die Grundaufstellung der Angreifer ist im Modell eine 3:3 Angriffsformation (siehe Kapitel 5.1.3 und Abb. 41) und wird wie folgt angegeben:

Grundaufstellung:

Die Positionen der Grundaufstellung der Spieler werden als Prozentangaben der Feldgröße beschrieben.

| Bezeichnung | % der Feldbreite | % der Feldhöhe |
|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| LA Linksaußen | 5 | 20 |
| RL Rückraum links | 20 | 70 |
| RM Rückraum Mitte | 50 | 80 |
| KM Kreis Mitte | 55 | 40 |
| RR Rückraum rechts | 80 | 70 |
| RA Rechtsaußen | 95 | 20 |

Erster Ballbesitzer ist der Rückraum-Mitte-Spieler.

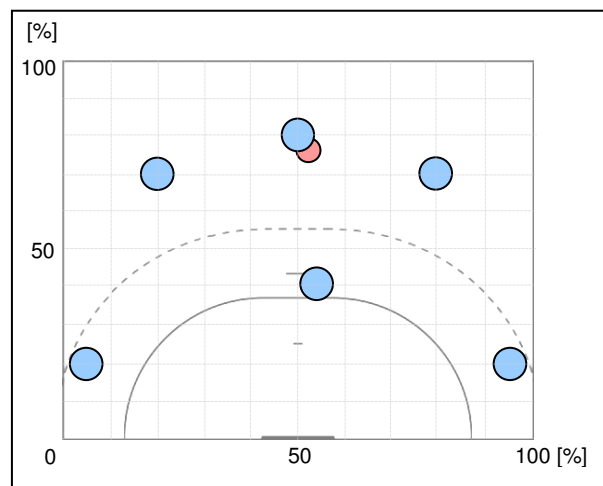


Abb. 41: Grundaufstellung der Angreifer

Die relative Angabe der Positionen der Grundaufstellung hat den Vorteil, dass auch bei einer nachträglichen Veränderung der Feldgröße oder des Bildausschnittes des Feldes die Positionen der Spieler korrekt dargestellt würden. Dies wäre auch bei einer Beschreibung der Positionen analog der sonstigen Positionsangaben mittels Winkel und Abstand zum Tor möglich gewesen. Im Hinblick auf eine leichte Übertragbarkeit in andere Sportarten, wurde aber dieser relativen, auf den Eckpunkt eines rechteckigen Spielfeldes bezogenen, Positionsbeschreibung der Grundaufstellung der Vorzug gegeben.

6.2.1.2 Passen und Fangen

Das Passen des Balles ist ein Abwerfen des Balles von einem Spieler in Richtung eines anderen. Das Fangen ist ein Unter-Kontrolle-Bringen des herannahenden Balles. Da hier nicht die verschiedenen Techniken oder Teilbewegungen der Angreifer modelliert werden sollen, können diese zwei Aktionen zusammengefasst und mit dem Wechsel des Ballbesitzers modelliert werden. Die Darstellung des Balles bei diesem Ballbesitzwechsel erfolgt nicht plötzlich, sondern er bewegt sich in immer kleiner werdenden Schritten auf den Ort des neuen Ballbesitzers zu. Dies erfolgt zum einen, um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass der Ball durch die Luftreibung in der Realität immer langsamer wird. Zum anderen hat diese Art der Modellierung weitere Vorteile: Die Geschwindigkeit, mit der sich der Ball vor allem beim Abwurf bewegt, ist von der Wurfweite abhängig, Weite Pässe werden – wie auch in der Realität – dynamischer abgeworfen und kurze Pässe deutlich sanfter gespielt. Darüber hinaus vermittelt die Verringerung der Geschwindigkeit im Flugverlauf optisch das natürliche Flugverhalten und die sehr geringe Geschwindigkeit kurz vor Erreichen des Fängers bildet die mit der Fangbewegung verbundene Zeitverzögerung in erster Näherung ab. Ein weiterer Vorteil dieser Art der Modellierung liegt darin, dass das Ziel beim Abwurf nicht bezüglich Richtung und Weite anvisiert werden muss und der Ball auf jeden Fall seine Bestimmungsperson erreicht. Diese beobachtbare Bewegung des Balles wird als Ballflug bezeichnet.

Das Passen und Fangen, bzw. der Ballflug werden wie folgt modelliert:

Passen und Fangen:

Das Passen und Fangen durch die Spieler wird im Modell mit dem Wechsel des Ballbesitzers beschrieben.

Ballflug:

Der Ball bewegt sich von seinem momentanen Ort in Richtung des neuen Ballbesitzers, indem der Abstand des Balles zum neuen Ballbesitzer pro Zeiteinheit immer um 25% verringert wird.

Diese Art der Modellierung des Passens und Fangens berücksichtigt keinerlei Techniken – weder die verschiedenen Arten des Werfens noch die Güte des

Fangens sind von Bedeutung. Es gibt also weder Fehlpässe noch Fangfehler, aber auch keine Passfinten. Die Abwehrspieler reagieren auf den Spieler, der den Ball erhalten wird und nicht direkt auf den sichtbaren Ball. Sie *versuchen* also gar nicht erst, den Ball abzufangen oder zu erobern, sie laufen ihm aber auch nicht hinterher. Auch *wissen* alle Abwehrspieler ab dem Zeitpunkt des Abwurfes genau, wer den Ball erhalten wird. Es gibt also keine Abwehrfehler, die aus Täuschungen der Angreifer oder Missverständnissen resultieren könnten.

Die Bewegung des Fängers während des Ballfluges muss nicht zur Ermittlung der korrekten Abwurfrichtung und -geschwindigkeit des Balles berücksichtigt werden. Dies kann aber auch ein Nachteil sein. Denn wenn der Spieler den Ball im Lauf fängt ist die Flugbahn des Balles zwar meistens nur etwas gekrümmt. Wenn er sich aber nach dem Abwurf schnell vom Ballort entfernt und möglicherweise noch *Haken schlägt*, wird er vom Ball regelrecht verfolgt.

Nachdem das entstehende Modell das Spielgeschehen als Draufsicht präsentieren soll, wird die dreidimensionale Realität auf eine zweidimensionale Ebene des Modells reduziert. Da die dritte Dimension, die Höhe, entfällt, werden hier auch die unterschiedlichen Ballflughöhen nicht berücksichtigt. In der Darstellung entstehen deshalb immer dann Überschneidungen von Spieler und Ball, wenn sich der Ball oberhalb der Spieler bewegt oder auch Bodenpässe gespielt werden. Dies wirkt dann wie ein *Hindurchgehen* des Balles durch den Abwehrspieler. Diese Problematik wird besonders auch beim Torwurf deutlich und soll deshalb im nächsten Abschnitt erläutert werden.

6.2.1.3 Torwurf

Die Angreifer können den Ball aufs Tor werfen. Dabei werden keinerlei Techniken oder Bewegungen der Angreifer modelliert. Der Ball verändert lediglich seinen Ort vom Ballbesitzer hin zum Tor in immer kleiner werdenden Schritten.

Der Torwurf wird wie folgt modelliert:

Torwurf:

Der Ball bewegt sich von seinem momentanen Ort in Richtung Tormittelpunkt, indem der Abstand des Balles zum Tormittelpunkt pro Zeiteinheit immer um 25% verringert wird.

Somit verringert sich auch hier die Geschwindigkeit des Balles im Verlauf des Fluges zum Tor hin deutlich, erreicht dieses aber auf jeden Fall. Trotz einer Berührung mit dem Abwehrspieler wird der Ball seine Flugbahn nicht verändern. Im Modell des Torwurfs kann der Abwehrspieler diesen also nicht verhindern und der Wurf scheint *durch den Abwehrspieler* zu verlaufen (siehe Abb. 42).

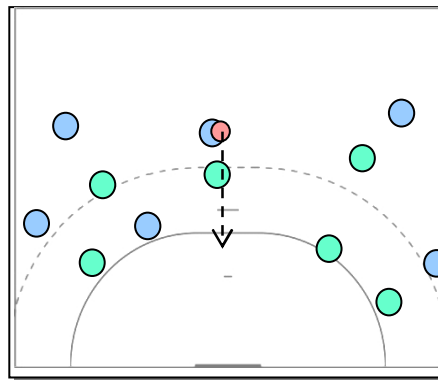


Abb. 42: Wurf „durch einen Abwehrspieler“

Dies entspricht der Realsituation wie die Spielszenen der Abbildungen 43 und 44 zeigen.



Abb. 43 a und b: Sprungwürfe über den Abwehrspieler

Ein gut ausgeführter Sprungwurf kann ohne Absprung des Abwehrspielers keinesfalls geblockt werden (Abb. 43a). Doch auch bei korrektem Abwehrverhalten

und Absprung (Abb. 43b) kann der Abwehrspieler den Torerfolg nach einem Sprungwurf des Angreifers kaum verhindern.

Auch bei seitlich abgeworfenen Bällen (Abbildung 44a und b) würde der Ball in der Modelldarstellung durch den Abwehrspieler *hindurch* gehen. Während dem Hüftwurf in Abbildung 44a noch eine Finte vorausging, so dass der Abwehrspieler etwas zu weit links steht, ist der Abwehrspieler in der Abbildung 44b definitiv am richtigen Ort, aber der Ball geht zwischen Kopf und Arm hindurch ins Tor.



Abb. 44 a und b: Würfe „durch“ den Abwehrspieler

Diese Problematik betrifft auch die typischen Würfe der Außenspieler, die ganz nahe beim Abwehrspieler abspringen und kurz hinter dessen Rücken den Ball abwerfen (Abb. 45). Aus der Vogelperspektive betrachtet kreuzt auch in dieser Situation der Ball die Position des Abwehrspielers.



Abb. 45: Wurf von der Außenposition

Weiterhin könnten vor dem Torwurf Techniken angewandt werden, die in der Simulation nicht dargestellt werden. Eine Drehung um die eigene Achse etwa ermöglicht eine Befreiung des Wurfarmes (Abb. 46), so dass auch aus dieser eigentlich aussichtslosen Situation ein Tor erzielt werden kann.



Abb. 46: Torerfolg aus scheinbar aussichtsloser Lage

6.2.1.4 Durchspielen

Durchspielen bedeutet, den Ball ohne Druck auf das gegnerische Tor in der eigenen Angriffsreihe zu halten. Die Angreifer passen dabei den Ball immer in einer Richtung direkt zum nächsten Mitspieler. Hat der Ball den Außenspieler erreicht wechselt die Ballrichtung (Abb. 47).

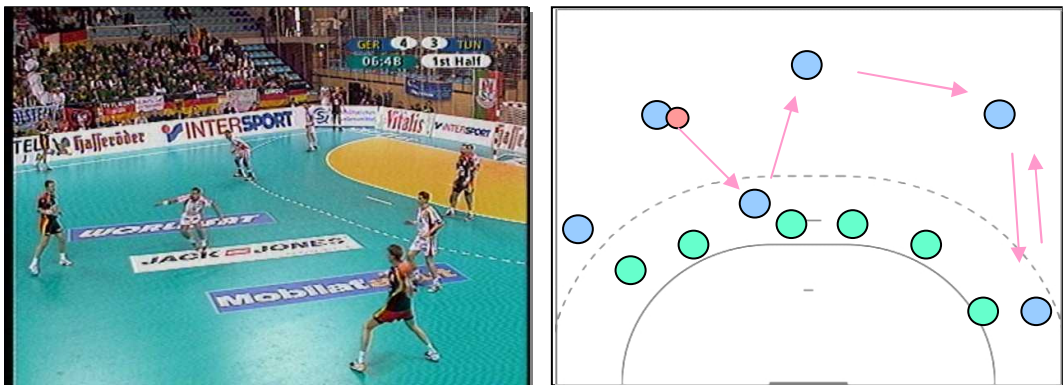


Abb. 47: Durchspielen a) Videobild b) Simulation

Das Durchspielen wird wie folgt modelliert:

Durchspielen:

Der Ball bewegt sich vom Ballbesitzer in Richtung des neuen Ballbesitzers, indem der Abstand des Balles zum neuen Ballbesitzer immer um 25% verringert wird. Neuer Ballbesitzer wird derjenige Angreifer, der zum Zeitpunkt des Erreichens des Balles mit dem bisherigen Ballbesitzer den nächst größeren Winkel seiner Position auf dem Feld aufweist. Gibt es keinen Angreifer mit einem größeren Winkel ändert sich die Abarbeitungsrichtung und die Angreifer mit dem jeweils nächst kleineren Winkel werden Ballbesitzer solange bis es keinen Angreifer mit einem kleineren Winkel gibt. Dann wechselt wieder die Abarbeitungsrichtung zu den jeweils größeren Winkeln, usw.

Mit dieser Art der Modellierung können die Angreifer automatisch, also ohne weiteres Zutun, den Ball in den eigenen Reihen durchspielen. Das bedeutet auch, dass sie während des Durchspielens ihre Position verändern oder auch die Positionen im Mannschaftsverband tauschen können, ohne dass sich das Prinzip des Anspiels des jeweils nächsten Spielers ändert.

6.2.1.5 Stoßbewegung

Nach dem Durchspielen folgt im Positionsangriff meist die Phase des *Stoßens* (Abb. 48). Dabei wird weiterhin durchgespielt, aber mehr Druck auf die Abwehr erzeugt, indem die Angreifer den Ball in einer Vorwärtsbewegung fangen, in die Räume zwischen zwei Abwehrspieler gefährlich einstoßen und sich nach der Ballabgabe wieder auf ihre ehemalige Position zurückziehen.

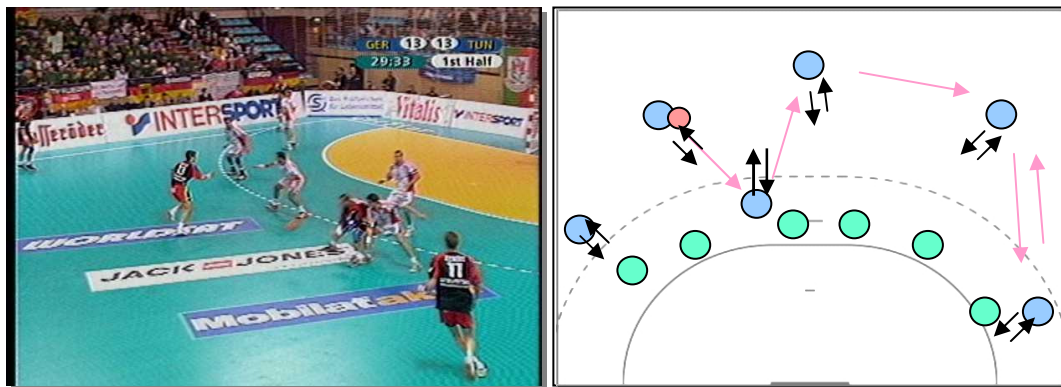


Abb. 48: Stoßen a) Videobild, b) Simulation

Das Stoßen wird wie folgt modelliert:

Stoßen:

Zusätzlich zum Durchspielen und dem Ballflug (siehe oben) verändern Ballbesitzer und ehemaliger Ballbesitzer ihren Abstand zum Tor in Schritten prozentual zum Abstand zum Tor solange der Ballflug andauert.

Alle Angreifer mit Ausnahme des Kreisspielers verringern ihren Abstand zum Tor wenn sie Ballbesitzer werden und vergrößern ihn danach. Der Kreisspieler verändert seine Position umgekehrt⁸.

Bei dieser Modellierung ist die Stoßbewegung zwar vom Abstand zum Tor sowie von der Weite des Passes abhängig, die Positionen der Abwehrspieler werden aber nicht mit einbezogen. Sie stoßen also nur direkt Richtung Tor, nicht aber explizit in die Lücke zwischen zwei Abwehrspielern, so wie es in der Realität gefordert wäre. Das Angriffsverhalten in Abhängigkeit von der Konstellation der Abwehrspieler zu modellieren, wäre denkbar, ist aber nicht Inhalt dieser Arbeit.

⁸ Die Bewegung des Kreisspielers ist dabei – genau genommen – nicht als „Stoßen“ zu bezeichnen, sondern als „Absetzen von der Abwehr zur Ballannahme“. Für eine bessere Lesbarkeit wird im Folgenden auf eine Unterscheidung dieser Begrifflichkeiten verzichtet.

6.2.1.6 Finte

Im Handball gibt es eine Vielzahl von Finten. Diese hier vollständig abzubilden ist weder möglich noch sinnvoll. Um aber die prinzipielle Umsetzbarkeit aufzuzeigen und den Einsatz einer Finten im Rahmen des Modells des Abwehrverhaltens zu ermöglichen, wird hier exemplarisch eine Lauffinte als schneller Bewegungsrichtungswechsel mit anschließendem Antritt nach vorne (Abb. 49) modelliert.



Abb. 49: Finte

Die Finte wird wie folgt modelliert:

Finte:

Der Winkel eines Abwehrspielers wird zunächst vergrößert, dann ebenso lange verkleinert. Zur Winkelverkleinerung kommt später einsetzend eine Verkleinerung des Abstandes zum Tor hinzu. Der Abstand wird so lang verkleinert, bis der Spieler die 6m-Linie erreicht.

Eine Finte kann damit zwar an jedem Ort ausgeführt werden, sieht aber grundsätzlich immer gleich aus. Ein schneller Antritt nach rechts, dann der Wechsel nach links, ein kurzzeitig bogenförmiger Lauf und dann die Bewegung direkt in Richtung Tor. Auch wenn diese Modellierung außer der Richtung zum Tor keine äußeren Gegebenheiten mit einbezieht, erfüllt sie ihren Zweck, eine Verhaltensweise darzustellen und automatisch ablaufen zu lassen, die es dem Angreifer ermöglicht, den Abwehrspieler zu umlaufen und so die Abwehr möglicherweise auszuspielen.

6.2.1.7 Sperren

Beim Sperren hindert der Angreifer mit seiner Position auf dem Feld den Abwehrspieler daran, sich in eine bestimmte Richtung zu bewegen.

Das Sperren wird wie folgt modelliert:

Sperre:

Haben Angreifer und Abwehrspieler Kontakt, so ist eine Bewegung des Abwehrspielers in Richtung Angreifer nicht möglich.

Diese Modellierung bildet das Sperren also nicht als automatisch ablaufende Handlung der Angreifer ab, bei der sie sich aktiv zu einem Abwehrspieler hin bewegen und diesem den Weg versperren. Aber auch in dieser Form ist es ein Modus, in dem das Verhalten der Abwehrspieler durch die Angreifer zusätzlich beeinflusst wird.

Da in diesem Modus das Abwehrverhalten nicht gut zu beobachten ist, kann dieses Verhalten der Angreifer an- und ausgeschaltet werden. Auch ist es nicht allein an der Position der Spieler auszumachen, ob sich der Abwehrspieler von der Sperre befreien kann.

6.2.1.8 Weitere Bewegungshandlungen

Die weiteren in Kapitel 5.1 ausgeführten Verhaltensweisen der Angreifer sind entweder nicht explizit dargestellt oder sind mit den bisher beschriebenen modellierten Verhaltensweisen darstellbar.

Die *Ballführung* wird nicht gesondert dargestellt. Der Ballbesitzer kann sich also in gleicher Weise bewegen, wie die anderen Angreifer. In der Realität verändert die Einschränkung, mit dem Ball in der Hand nur 3 Schritte vollziehen zu können, nur selten die Laufbewegungen der Spieler auf dem Feld. Gute Handballspieler realisieren sowohl den Übergang zum Tippen oder Prellen als auch die Techniken selber ohne eine Verminderung der Laufgeschwindigkeit, so dass die Ballführung aus der Perspektive von oben auch kaum zu erkennen ist.

Alle weiteren gruppentaktischen Maßnahmen wie beispielsweise *Einlaufen*, *Kreuzen* oder *Rückpass* können durch Positionsveränderungen der Angreifer beschrieben werden.

6.2.2 Aktionen der Abwehrspieler

Wie in Kapitel 6.1.1 dargestellt, werden die Positionen der Abwehrspieler auf dem Feld durch die beiden Positionsvariablen *Abstand zum Tor* und *Winkel zum Tor* angegeben. Das in Kapitel 5.2 erläuterte Abwehrverhalten lässt sich durch die Angabe der optimalerweise einzunehmenden Position – im Folgenden als optimale Position bezeichnet – der Abwehrspieler auf dem Feld beschreiben. Damit kann das Verhalten der Abwehrspieler – in dieser Arbeit als Aktionen bezeichnet – mit der Angabe der optimalen Position mittels der Positionsvariablen *Abstand zum Tor* und *Winkel zum Tor* modelliert werden. Es werden also die Aktionen der Abwehrspieler wie beispielsweise *Heraustreten*, oder *Defensiv decken* mit der Angabe der optimalerweise einzunehmenden Position beschrieben. Dabei können diese Angaben der optimalen Position in absoluter Form erfolgen, zum Beispiel wenn der Spieler bis 9 Meter *heraustreten* soll. Sie können aber auch in relativer Form angegeben werden, etwa in Bezug zu einem Angreifer; wenn sich der Abwehrspieler beim *Defensiv decken* zwischen Angreifer und Tor befinden soll, entspricht hier die Winkelangabe des Abwehrspielers der des Angreifers. Neben Abgaben des Feldes und des zugehörigen Angreifers können aber auch die Positionen der Nebenspieler sowie die des Ballbesitzers die Konkretisierung der optimalen Position bedingen.

Die Abwehrspieler streben dabei ständig nach der Einnahme dieser optimalen Position. Sie verändern also stets ihre Position in Richtung optimale Position. Währenddessen ermitteln sie permanent die optimale Position und passen gegebenenfalls die Richtung ihrer Bewegung sofort an.

Im vorliegenden Modell werden neun Aktionen unterschieden, die mittels der Positionsvariablen Abstand und Winkel zum Tor modelliert werden. Bei einigen Aktionen sind die Positionsvariablen mit einem zusätzlichen Faktor versehen, der es später dem Anwender ermöglicht, das Ausmaß der Aktion gesondert zu regulieren. Dieser Faktor wird im Folgenden Intensitätsparameter genannt. Hiermit wird beispielsweise für die Aktion *Verschieben* die Winkelangabe, also der Versatz zum Angreifer, manipuliert und damit der Grad der *Ballorientiertheit* verändert. Bei der Aktion *Sichern* kann der Anwender das Ausmaß bei beiden

Positionsvariablen manipulieren. Weiter Ausführungen zu den Intensitätsparametern siehe Kapitel 7.5.1 Dialogkomponente – Manipulation der Spieler.

Die Aktionen werden wie folgt modelliert:

Aktionen der Abwehrspieler:

Die jeweiligen Aktionen werden als *optimale Positionen* in Abstand und Winkel und auf dem Feld angegeben. Die Differenz der Positionsdaten von der *aktuellen Position* des Spielers zur *optimalen Position* wird laufend berechnet und ein prozentualer Anteil dieser Differenz zur „aktuellen“ Position ständig hinzu addiert.

Je nach Aktion fließen in die Berechnung der optimalen Position auch Informationen des Spielfeldes sowie Positionsdaten des zugehörigen Angreifers, der Nebenspieler und/oder des Ballbesitzers mit ein.

Einige Aktionen sind regelbar, d. h. Abstand und/oder Winkel können zusätzlich verändert werden.

| Aktion | Abstand | Winkel | regelbar (Abstand / Winkel) |
|-------------------|--|---|---------------------------------------|
| 1 Defensiv decken | 6 m | wie Angreifer | - / - |
| 2 Offensiv decken | 9 m | wie Angreifer | - / - |
| 3 Direkt decken | x% des Angreifers | wie Angreifer | + / - |
| 4 Raum decken | 80% von RM - Diff von RL und RR zu RM | wie RM zum Ballbesitzer versetzt | - / - |
| 5 Kreis decken | 6,5 m | wie Angreifer zum Ballbesitzer versetzt | - / - |
| 6 Raustreten | + x, max. bis 9m bzw. max. bis Angreifer | wie Angreifer | + / - |
| 7 Hingehen | 95% des Angreifers | wie Angreifer | - / - |
| 8 Verschieben | 6 m | wie Angreifer um x% zum Ballbesitzer versetzt | - / + |
| 9 Sichern | 6m + x% des Nebensp. | wie Angreifer um x% zum Ballbesitzer versetzt | + / + |

Die Abbildungen 50a und 50b verdeutlichen diese neun Aktionen graphisch.

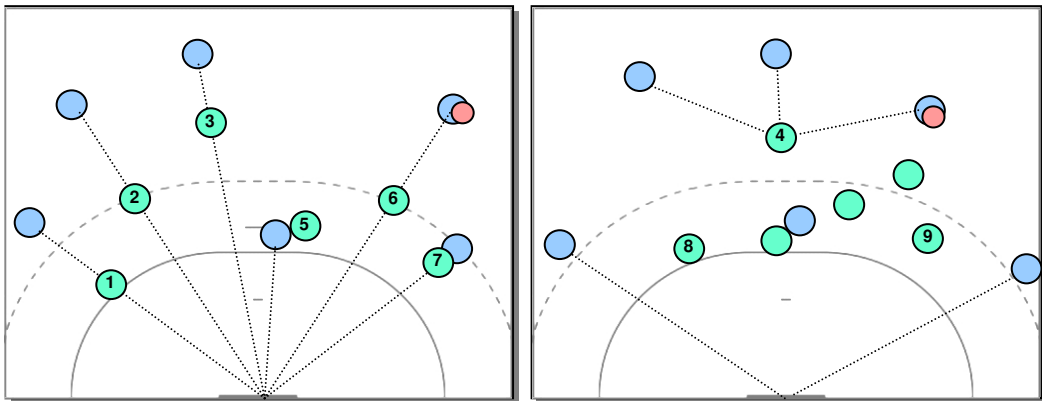


Abb. 50 a und b: Aktionen der Abwehrspieler (Defensiv decken (1), Offensiv decken (2), Direkt decken (3), Raum decken (4), Kreis decken (5), Raustreten (6), Hingehen (7), Verschieben (8), Sichern (9))

Die Modellierung der Aktionen der Abwehrspieler durch die Beschreibung der optimalen Position mittels Abstand und Winkel zum Tor hat den Vorteil, dass in der Beschreibung der Aktionen die handballspezifischen Charakteristika direkt eingebracht werden können. Es können also die handballspezifischen Anweisungen wie beispielsweise „stehe immer zwischen Angreifer und Tor!“ oder „verschiebe hinten am Kreis in Ballrichtung“ relativ einfach umgesetzt werden.

Das ständige Bestreben um die Einnahme der optimalen Position von der aktuellen Position aus entspricht der Realität, denn auch dort sind die Handballspieler im Abwehrverband permanent bestrebt, sich trotz ständig verändernder Verhältnisse immer am *richtigen* Ort zu befinden, der sich aus der taktischen Anweisung und dem konkreten Spielgeschehen ergibt.

Die Modellierung der Positionsveränderungen in Abhängigkeit von der Spielfeldkonstellation führt beispielsweise bei der Aktion *Verschieben* dazu, dass sich in Ballnähe befindliche Spieler weniger weit fortbewegen als jene Spieler, welche sich weit entfernt vom Ball auf der anderen Spielfeldhälfte befinden.

In diesem Abschnitt wurde erläutert, wie sich die Aktionen der Abwehrspieler modellieren lassen. Auf welche Weise sich aber der Abwehrspieler für die Auswahl einer Aktion entscheidet ist Inhalt der nächsten Teilkapitel.

6.3 Modell der Entscheidungskette

Nachdem in den vorherigen Kapiteln die Modelle beschrieben wurden, welche die Wahrnehmung der Abwehrspieler abbilden und die Aktionen, welche sie ausführen können, soll nun geklärt werden, welche Regeln zur Anwendung kommen, damit sich die Abwehrspieler für eine situationsgerechte Aktion entscheiden.

Wie in Kapitel 6 dargestellt, kommen im abwehrspezifischen Regelsystem Zuordnungs-, Bewertungs- und Entscheidungsregeln zum Einsatz. Zunächst wird mittels der Zuordnungsregeln geklärt, für welchen Angreifer der jeweilige Abwehrspieler zuständig ist. Mit Hilfe der Bewertungsregeln bewertet er die Gefährlichkeit des ihm zugehörigen Angreifers und gegebenenfalls auch dessen unmittelbaren Mitspielers. Diese Bewertungen ermöglichen dann die Entscheidung, welche Aktion die passende ist.

6.3.1 Zuordnungsregeln

Die Zuordnung legt fest, welcher Abwehrspieler für welchen Angreifer zuständig ist und die Abwehrspieler richten dann ihre Aktionen an diesen jeweils zugehörigen Angreifern aus.

Generell können drei Formen der Zuordnung unterschieden werden, die *direkte Zuordnung*, das *Abzählen von Außen* sowie die *positionsbedingte Zuordnung*.

6.3.1.1 Direkte Zuordnung

Bei der direkten Zuordnung sind die Spielerpaare genau festgelegt und ändern sich nie.

Die direkte Zuordnung wird wie folgt modelliert:

Direkte Zuordnung:

Alle Angreifer und Abwehrspieler werden jeweils von 1 bis 6 durchnummeriert.

Die zugehörigen Spieler sind die Spieler mit den jeweils gleichen Nummern.

Bei dieser Art der Modellierung ändert sich die Zuordnung der Spielerpaare nie. Jeder Abwehrspieler ist stets für den gleichen Angreifer zuständig, auch wenn dieser seine Position im Angriffsverband ändert (siehe Abb. 51a und b). Auch die Position des Abwehrspielers im Abwehrverband spielt keine Rolle, denn diese orientiert sich ausschließlich am persönlich zugewiesenen Angriffsspieler.

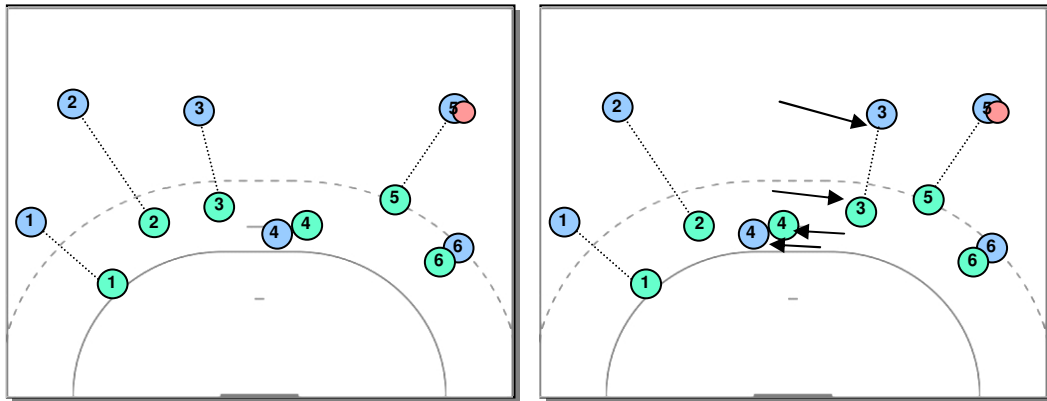


Abb. 51 a und b: direkte Zuordnung (auch bei Positionswechsel der Angreifer ändert sich die Zuordnung der Spielerpaare nicht)

6.3.1.2 Zuordnung mittels Abzählen von Außen

Die Abwehrspieler sind in Abhängigkeit von ihrer Stellung im Abwehrverband jeweils für eine bestimmte Position der Angreifer zuständig. Der erste Abwehrspieler von links deckt den ersten Angreifer von links, der zweite den zweiten usw.

Die Zuordnung durch *Abzählen von Außen* wird wie folgt modelliert:

Abzählen von Außen:

Die Abwehrspieler werden von 1 bis 6 durchnummeriert.

Die Nummern der Angreifer werden ständig nach der Größe der Winkel ihrer Position auf dem Feld sortiert.

Zugehörig zu Abwehrspieler Nr.1 ist der Angreifer, dessen Nummer an der ersten Stelle der sortierten Liste steht, für Abwehrspieler Nr. 2, der Angreifer der an 2. Stelle steht usw.

Diese Art der Modellierung hat zur Folge, dass sich die Zuordnung der Spielerpaare ändert, wenn die Angreifer ihre Position im Angriffsverband ändern (Abb. 52a und b). Die Positionen der Abwehrspieler im Abwehrverband ändern sich dabei aber nicht.

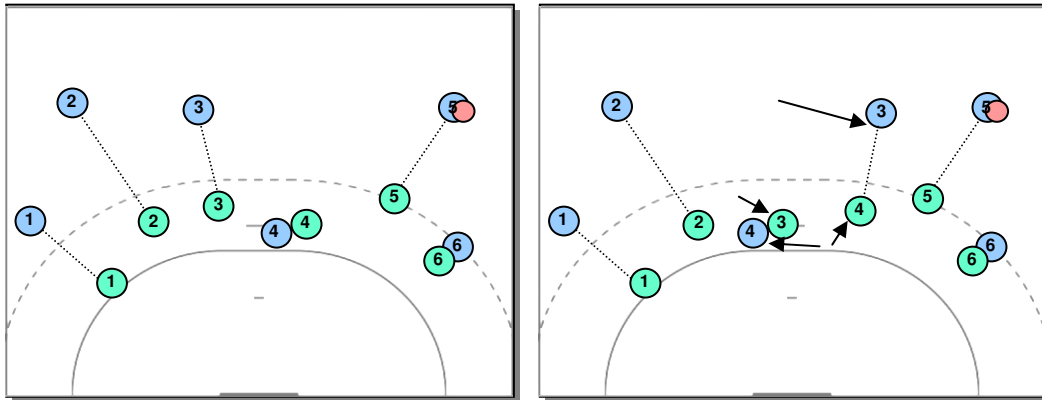


Abb. 52 a und b: Zuordnung mittels „Abzählen von Außen“ (bei Positionswechsel der Angreifer wechselt die Zuordnung der Spielerpaare, nicht aber die Position des Abwehrspielers im Abwehrverband)

6.3.1.3 Positionsbedingte Zuordnung

Bei der positionsbedingten Zuordnung haben die Abwehrspieler aufgrund ihrer eigenen Position bestimmte Aufgaben zu erfüllen und suchen sich ihre zugehörigen Angreifer dementsprechend aus.

Die positionsbedingte Zuordnung wird wie folgt modelliert:

Positionsbedingte Zuordnung:

Es werden Bedingungen formuliert, die zutreffen müssen, damit der Abwehrspieler einen Angreifer als den ihm zugehörigen Spieler betrachtet. In den hier modellierten Abwehrformationen hat der vorgezogene Abwehrspieler den zentralen Rückraumspieler zu decken. Die Bedingungen, dass er einen Angreifer als zentralen Rückraumspieler erkennt sind folgende:

Wenn sich drei Angreifer im Rückraum (Abstand $> 9\text{m}$) befinden ist der zentrale Rückraumspieler der mittlere Angreifer (Winkelvergleich dreier Angreifer). Sind nur zwei Angreifer im Rückraum, so ist der zentrale Rückraumspieler derjenige Spieler, der sich näher zur Feldmitte befindet (Winkelvergleich zweier Angreifer). Befindet sich ein oder kein Angreifer im Rückraum, so kommen andere Arten der Zuordnung zum tragen.

Wird die Methode der positionsbedingten Zuordnung mit *Abzählen von Außen* kombiniert, werden die Spielernummern der durch die positionsbedingte Zuordnung gedeckten Angreifer aus der Liste (sortierte Winkel-liste der Angreifer) gestrichen.

Mit dieser Art der Modellierung wird deutlich, dass sich hier sowohl die Zuordnung der Spielerpaare als auch die Position des Abwehrspielers im Abwehrverband ändern können.

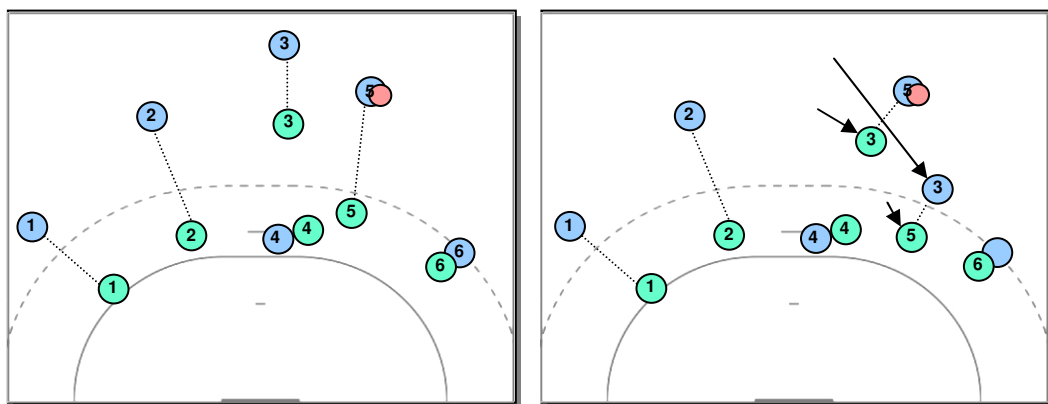


Abb. 53 a und b: Positionsbedingte Zuordnung

In Abbildung 53a hat Spieler 3 die Aufgabe, den zentralen Rückraum zu *decken*. Da sich Angreifer 3 aus dem zentralen Bereich entfernt (Abb. 53b), deckt

Abwehrspieler 3 nun den Spieler 5, der in seiner Funktion auch Rückraum ist. Zu beachten ist, dass Abwehrspieler 5 nun für Angriffsspieler 3 zuständig ist.

6.3.2 Bewertungsregeln

Die Bewertungsregeln liefern Bedingungskonstellationen, die eine eindeutige Auswahl der angemessenen Aktion ermöglichen. Die Bewertung erfolgt *aus Sicht* der Abwehrspieler. Alle Abwehrspieler bewerten ständig die Spielsituation und sie tun dies unabhängig voneinander.

In die Bewertung fließen ein, in welchem Bereich des Spielfeldes sich die Angreifer befinden (Kapitel 6.3.2.1) und welcher Angreifer im Ballbesitz ist (Kapitel 6.3.2.2). Darüber hinaus erlaubt die gleichzeitige Betrachtung dieser eben angesprochenen Punkte eine eindeutige Bewertung der Torgefährlichkeit eines Angreifers (siehe Kapitel 6.3.2.3).

6.3.2.1 Bereiche des Spielfeldes

Bei der Bewertung der Situation wird unter anderem betrachtet, in welchem Bereich des Spielfeldes sich die Angreifer befinden. Hierfür wird das Spielfeld in die folgenden vier Bereiche eingeteilt:

Bereich:

| Bezeichnung | | Winkel | Abstand | |
|-------------|------------------------|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|
| 0 | außen oder weit hinten | $< 25^\circ$ oder $> 155^\circ$ | oder | $> 13\text{m}$ |
| 1 | Rückraum | $\geq 25^\circ$ und $\leq 155^\circ$ | und | $> 9\text{m}$ und $\leq 13\text{m}$ |
| 2 | Freiwurfzone | $\geq 25^\circ$ und $\leq 155^\circ$ | und | $> 6,5\text{m}$ und $\leq 9\text{m}$ |
| 3 | am Kreis | $\geq 25^\circ$ und $\leq 155^\circ$ | und | $> 6\text{m}$ und $\leq 6,5\text{m}$ |

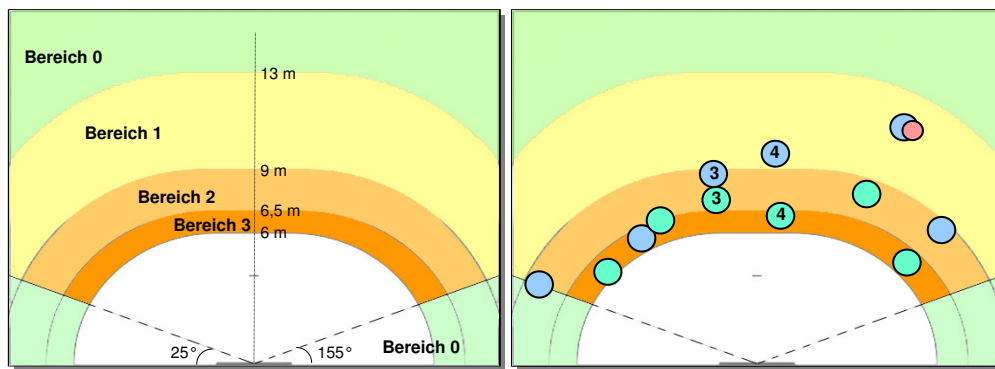


Abb. 54 a und b: Bereiche des Spielfeldes zur Bewertung der Situation

Abbildung 54a illustriert die Einteilung des Spielfeldes in verschiedene Bereiche. Mit Hilfe dieser Bereiche werden unterschiedliche Aktionen der Abwehrspieler (Kapitel 6.2.2) formuliert. So ist zum Beispiel in Abbildung 54b der Angreifer Nr. 3 im Bereich 2 und wird deshalb vom Abwehrspieler Nr. 3 direkt gedeckt, während Angreifer Nr. 4 sich im Bereich 1 befindet und vom Abwehrspieler Nr. 4 *defensiv gedeckt* wird. In diesem Beispiel unterscheiden sich die beiden Angreifer also nur geringfügig in ihrer Position auf dem Feld. Da sie sich aber in unterschiedlichen Bereichen befinden, differieren die Reaktionen der Abwehrspieler.

Diese exakten Festlegungen der Bereiche scheinen der Realität in gewisser Weise zu widersprechen, da die Bewertungskriterien bezüglich des Raumes in der Realität eher *weicher* formuliert werden, wie zum Beispiel „wenn der Angreifer bei etwa 9m ist ...“ oder „Wenn der Angreifer weit außen ist ...“. Auch wenn diese ungefähren Angaben dem Abwehrspieler einen gewissen Spielraum geben in Bezug auf seine ortsbezogene Handlungsentscheidung, so wird es trotzdem einen ganz bestimmten kritischen Abstand geben, für welchen er seine Abwehraktion ändert.

6.3.2.2 Bezug zum Ballbesitzer

Damit ein Abwehrspieler eine korrekte Handlungsentscheidung treffen kann, ist es zwingend erforderlich, die aktuelle oder unmittelbar folgende Position des Balles relativ zu seinem ihm zugeordneten Angreifer zu erfassen. Eine besondere Situation ist dann gegeben, wenn der zugeordnete Angreifer auch Ballbesitzer ist oder wenn dieser kurz davor ist, den Ball zu bekommen. Eine andere

Situation liegt vor, wenn zwar nicht der zugeordnete Angreifer, aber dessen direkter Nebenspieler den Ball hat oder bekommen wird. Befindet sich der Ball hingegen weder beim zugeordneten Angreifer noch bei dessen Nachbar, so ist die Situation wieder anders zu bewerten.

Im Modell wird dies wie folgt umgesetzt:

Bezug zum Ballbesitzer:

Ballbesitzer ist derjenige Angreifer, der den Ball hat bzw. den Ball als nächstes bekommen wird. Jeder Abwehrspieler bewertet den Ballbesitzer *aus seiner Sicht*. Ist der nach der Zuordnungsregel bestimmte zugehörige Angreifer der Ballbesitzer, so wird er vom Abwehrspieler als *meiner* (1) bezeichnet. Ist der Ballbesitzer ein Spieler, der in der sortierten Winkelliste der Angreifer direkt neben dem ihm zugehörigen Angreifer geführt ist, so wird der Abwehrspieler den Ballbesitzer als *Nachbar* (2) bezeichnen. Ist auch hier der Ballbesitzer nicht zu finden wird *weder/noch* (0) notiert.

Die Bewertung des Ballbesitzers bezieht sich also auf die Sicht der einzelnen Abwehrspieler. In Abbildung 55 ist der Ballbesitzer (Angreifer 2) für den Abwehrspieler 2 der *eigene* und für die Abwehrspieler 1 und 3 ist es jeweils der *Nachbar*. Alle weiteren Spieler (4-6) notieren *weder/noch*.

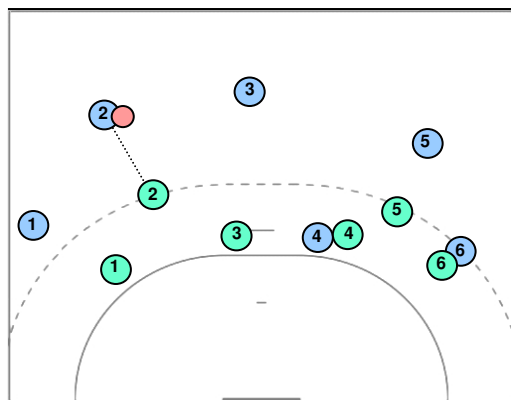


Abb. 55: Zur Bewertung „Ballbesitzer“

Diese Art der Modellierung hat zur Folge, dass die Spieler nicht nur unterschiedlich reagieren, abhängig davon, ob ihr zugehöriger Angreifer im Ballbesitz

ist oder nicht. Mit der Betrachtung der benachbarten Spieler haben sie auch die Möglichkeit, mit ihrem Nebenspieler im Abwehrverband zu kooperieren.

6.3.2.3 Gefährlichkeit des Angreifers

Mit den beiden vorab beschriebenen Aspekten, den Bereichen des Spielfeldes sowie dem Bezug zum Ballbesitzer, kann nun eine eindeutige Klassifizierung der (Tor-)Gefährlichkeit der Angreifer erfolgen. Dies ist notwendig, da zum Beispiel ein Spieler, der weit hinten oder ganz außen ist, trotz Ballbesitz nicht als gefährlich zu bewerten ist. Im Rückraumbereich ist der Ballbesitz entscheidend, da hier ein unbedrängter Angreifer mit einem Sprungwurf oder Distanzwurf durchaus ein Tor erzielen könnte. In der Freiwurfzone sind sogar auch Spieler ohne Ball als gefährlich zu bewerten, da hier schon das Anspiel verhindert oder zumindest der Bewegungsspielraum begrenzt werden sollte.

Im Modell wird dies wie folgt umgesetzt:

Gefährlichkeit:

| Bereich | und | Ballbesitz | ergibt | Gefährlichkeit |
|---------|-----|------------|--------|----------------|
| 0 | und | beliebig | → | nein |
| 1 | und | nein | → | nein |
| 1 | und | ja | → | ja |
| 2 | und | beliebig | → | ja |
| 3 | und | beliebig | → | ja |

6.3.3 Entscheidungsregeln

Mittels der Entscheidungsregeln wird festgelegt, in welcher Weise die erfolgte Situationsbewertung zur Auswahl von absprache- und situationsgerechten Aktionen führt.

Diese Auswahl hängt natürlich von der gewählten Abwehrformation ab. Für die gleiche Angreiferkonstellation sind bei einer 6:0-Deckung teilweise völlig andere

Handlungsentscheidungen zu treffen als für eine 3:2:1-Deckung. Diese abwehrspezifischen Entscheidungsketten werden in Kapitel 6.4 ausführlich dargestellt. Die generellen Abläufe der Entscheidungsfindung sind jedoch für alle Abwehrformationen gleich.

Abbildung 56 zeigt den generellen Ablauf der Entscheidungsregeln, mit deren Hilfe auf der Grundlage der Situationsbewertung die Auswahl der angemessenen Aktion erfolgt. Diese im Modell gezeigte Vorgehensweise vollzieht jeder Abwehrspieler ständig, aus seiner eigenen Sicht und unabhängig von anderen Abwehrspielern.

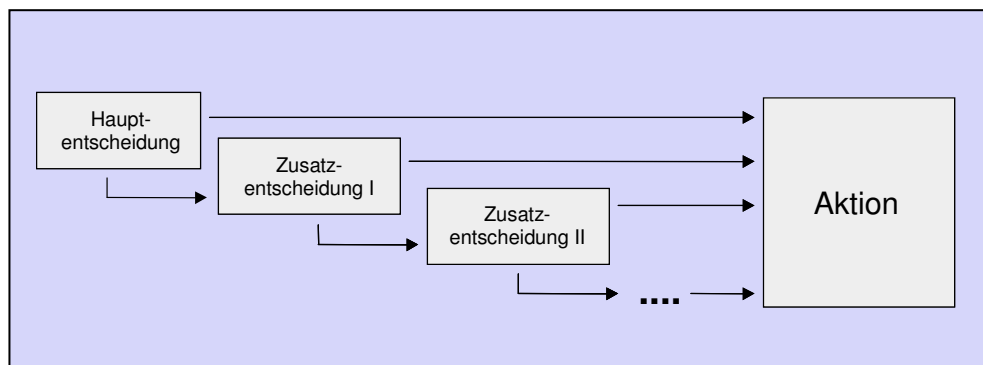


Abb. 56: Entscheidungsregeln

Zunächst wird als Hauptentscheidung betrachtet, in welchem Spielfeldbereich sich der zugeordnete Angreifer befindet. In einigen Fällen folgt hier schon direkt die Auswahl der Aktion, in anderen Fällen kommen Zusatzentscheidungen zur Anwendung. Befindet sich beispielsweise der zugehörige Angreifer am Kreis, so wird der Abwehrspieler diesen unter allen Umständen als *Kreis decken*. Befindet er sich aber im Rückraum, so muss der Abwehrspieler weitere Bewertungen in seine Entscheidung mit einbeziehen.

Die Zusatzentscheidung I beinhaltet die Bewertung des Ballbesitzers. Auch in diesem Bereich gibt es Entscheidungen, die direkt eine Aktion folgen lassen und solche, die wiederum tiefer gehende Betrachtungen nötig machen. Der Abwehrspieler, dessen Angreifer im Rückraum ist, wird diesen, sofern er im Ballbesitz ist, als *seinen* bewerten und sofort auf ihn hinaustreten. Ist aber der Nachbar im Ballbesitz, so muss er eine weitere Zusatzentscheidung treffen.

Die Zusatzentscheidung II betrachtet erneut den Ballbesitzer, bewertet hier aber seine Gefährlichkeit. Denn auch die benachbarten Abwehrspieler agieren je nach Gefährlichkeit des Ballbesitzers unterschiedlich.

Prinzipiell könnte das Modell durch weitere Zusatzentscheidungen immer weiter verfeinert werden, wobei theoretisch auch Parallelstränge enthalten sein könnten. Eine derartige Erhöhung der Modellkomplexität steigert jedoch nicht zwangsläufig die Qualität des Modells. Wie im Laufe der Arbeit dargestellt wird, ist mit einer dreifachen Verschachtelung der Entscheidungskette das Abwehrverhalten gut darstellbar. Des Weiteren darf das Modellziel *Verstehen der Abläufe des Abwehrverhaltens* nicht aus den Augen gelassen werden. Hier würde eine zu hohe Komplexität dem Anspruch des Modells nicht gerecht werden.

6.4 Modell der abwehrspezifischen Entscheidungsketten

Die oben beschriebene generelle Vorgehensweise der Entscheidungsregeln ist allen Abwehrformationen gemein. Die konkreten Ausformulierungen der abwehrspezifischen Entscheidungsketten unterscheiden sich dann aber doch erheblich. In manchen Formationen haben alle Abwehrspieler generell die gleichen Aufgaben und nur wenig verschiedene Verhaltensweisen. So doppeln sich hier die Stränge der Entscheidungsregeln in einer Weise, die eine Zusammenfassung ermöglicht und das Modell deutlich vereinfacht. In anderen Formationen hingegen sind die Aktionen sehr vielfältig und je nach Position in Abwehrverband unterschiedlich, so dass hier sogar für verschiedene Spieler eigene Entscheidungsketten formuliert werden müssen.

Im Folgenden werden die abwehrspezifischen Entscheidungsregeln als Regelsystem formuliert. Sie konkretisieren für die unterschiedlichen Formationen die Ermittlung der geforderten Aktion des Abwehrspielers (vgl. Kapitel 6.2.2) auf der Grundlage der Situationsbewertung aus Sicht des Abwehrspielers mittels der Zuordnungsregeln (Kapitel 6.3.1) und Bewertungsregeln (Kapitel 6.3.2).

6.4.1 Manndeckung

Bei der Manndeckung sind die Abwehrspieler immer den gleichen Angreifern zugeordnet (direkte Zuordnung) und sie haben alle die gleichen Aufgaben. Sie müssen nur die Hauptentscheidung sowie maximal die erste Zusatzentscheidung (vgl. Kapitel 6.3.3) treffen und sich lediglich zwischen drei Aktionen (vgl. Kapitel 6.2.2) entscheiden.

Die Entscheidungsregeln der Manndeckung können somit als Regelsystem wie folgt formuliert werden:

Manndeckung:

| | |
|---|--------------------|
| Wenn zugehöriger Angreifer am Kreis, | dann Kreis decken, |
| sonst | |
| wenn zugehöriger Angreifer im Ballbesitz ist, | dann hingehen, |
| sonst | direkt decken. |

In Abbildung 57 *deckt* Abwehrspieler 4 *den Kreis*, Abwehrspieler 5 *geht* zum Ballbesitzer *hin* und die Abwehrspieler 1, 2, 3 und 6 *decken* die ihnen zugeordneten Angreifer *direkt*.

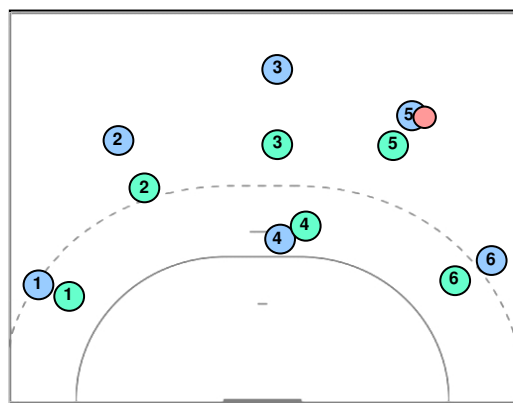


Abb. 57: Implementierte Regeln der Manndeckung

6.4.2 6:0-Deckung

Bei der 6:0-Deckung erfolgt die Zuordnung mittels Abzählen von Außen und alle Abwehrspieler müssen ständig ihre Zuordnung überprüfen, da sich diese bei jedem Positionswechsel der Angreifer ändert. Sie haben grundsätzlich alle die gleichen Aufgaben. Es kommen die Hauptentscheidung und beide Zusatzentscheidungen zum Einsatz, die zu sechs verschiedenen Aktionen führen.

Die Regelbasis der 6:0-Deckung sieht wie folgt aus:

6:0-Deckung:

| | |
|--|----------------------|
| Wenn zugehöriger Angreifer am Kreis, | dann Kreis decken. |
| Wenn zugehöriger Angreifer in Freiwurfzone, | dann direkt decken. |
| Wenn zugehöriger Angreifer im Rückraum | |
| und dieser im Ballbesitz ist, | dann raustreten, |
| wenn Nachbar gefährlich ist, | dann sichern, |
| wenn Nachbar nicht gefährlich ist oder | |
| weder zugehöriger Angreifer noch der Nachbar Ballbesitzer ist, | dann verschieben. |
| Wenn zugehöriger Angreifer ganz hinten oder außen ist und | |
| dieser im Ballbesitz ist, | dann defensiv decken |
| wenn Nachbar gefährlich ist, | dann sichern, |
| wenn Nachbar nicht gefährlich ist oder | |
| weder zugehöriger Angreifer noch der Nachbar Ballbesitzer ist, | dann verschieben. |

In Abbildung 58 *deckt* beispielsweise Abwehrspieler 4 *den Kreis*, Abwehrspieler 2 *tritt* auf den Ballbesitzer *heraus* während seine Nebenspieler (Abwehrspieler 1 und 3) den Durchbruchraum *sichern*. Die Abwehrspieler 5 und 6 *verschieben* in Ballrichtung.

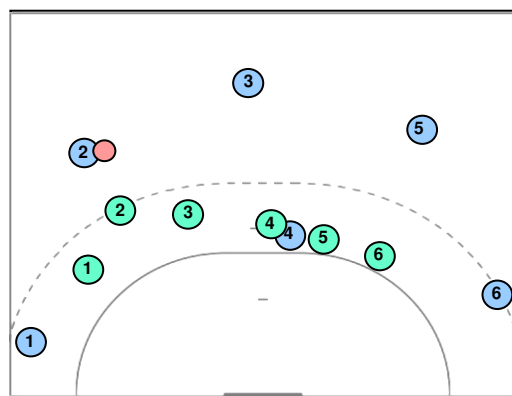


Abb. 58: Implementierte Regeln der 6:0-Deckung

6.4.3 5:1-Deckung

Bei der 5:1-Deckung erfolgt die Zuordnung für den vorgezogenen Abwehrspieler positionsbedingt, alle anderen Abwehrspieler zählen von außen ab. Der vorgezogene Abwehrspieler muss den zentralen Rückraumspieler ermitteln, während alle anderen Abwehrspieler ständig ihre Zuordnung überprüfen, da sich diese bei jedem Positionswechsel der Angreifer ändert. Der vorgezogene Abwehrspieler hat separate Entscheidungsregeln, während alle anderen grundsätzlich nach den gleichen Regeln entscheiden. Es kommen die Hauptentscheidung und beide Zusatzentscheidungen zum Einsatz, die zu sieben verschiedenen Aktionen führen.

Die Entscheidungsregeln der 5:1-Deckung werden als Regelsystem wie folgt formuliert:

5:1-Deckung:

Der Vorgezogene:

| | |
|--|--------------------|
| Wenn der zentrale Rückraumspieler in Ballbesitz ist, | dann direkt decken |
| sonst | Raum decken. |

Alle anderen:

| | |
|---|---------------------|
| Wenn zugehöriger Angreifer am Kreis, | dann Kreis decken. |
| Wenn zugehöriger Angreifer in Freiwurfzone, | dann direkt decken. |

| | |
|--|-------------------|
| Wenn zugehöriger Angreifer im Rückraum | |
| und dieser im Ballbesitz ist, | dann raustreten, |
| wenn Nachbar gefährlich ist, | dann sichern, |
| wenn Nachbar nicht gefährlich ist oder | |
| weder zugehöriger Angreifer noch der Nachbar Ballbesitzer ist, | dann verschieben. |

| | |
|--|----------------------|
| Wenn zugehöriger Angreifer ganz hinten oder außen ist und | |
| dieser im Ballbesitz ist, | dann defensiv decken |
| wenn Nachbar gefährlich ist, | dann sichern, |
| wenn Nachbar nicht gefährlich ist oder | |
| weder zugehöriger Angreifer noch der Nachbar Ballbesitzer ist, | dann verschieben. |

In Abbildung 59 *deckt* beispielsweise der Vorgezogene (Abwehrspieler 3) *den Raum* mit Orientierung am zentralen Rückraumspieler, Abwehrspieler 4 *deckt den Kreis*, Abwehrspieler 2 *tritt* an den Ballbesitzer *heraus* während sein Nebenspieler (Abwehrspieler 1) den Durchbruchraum *sichert*. Die Abwehrspieler 5 und 6 *verschieben* zur Ballseite.

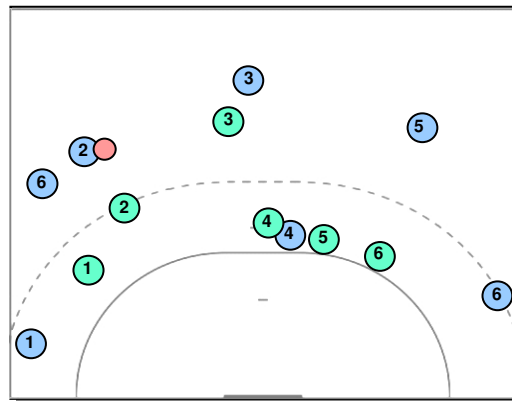


Abb. 59: Implementierte Regeln der 5:1-Deckung

6.4.4 3:2:1-Deckung

Bei der 3:2:1-Deckung erfolgt die Zuordnung für den vorgezogenen Abwehrspieler positionsbedingt, alle anderen Abwehrspieler zählen von außen ab. Der vorgezogene Abwehrspieler muss den zentralen Rückraumspieler ermitteln, während alle anderen Abwehrspieler ständig ihre Zuordnung überprüfen, da sich diese bei jedem Positionswechsel der Angreifer ändert. Der Vorgezogene und die zwei Abwehrspieler auf den offensiven Halbpositionen agieren mit anderen Entscheidungsregeln als die drei kreisnah agierenden Abwehrspieler. Es kommen die Hauptentscheidung und beide Zusatzentscheidung zum Einsatz, die zu neun verschiedenen Aktionen führen können.

Die Regelbasis der 3:2:1-Deckung wird wie folgt formuliert:

3:2:1-Deckung:

Der Vorgezogene (VM):

| | |
|---|--------------------|
| Wenn der zentrale Rückraumspieler in Ballbesitz ist | dann direkt decken |
| sonst | dann Raum decken. |

Die zwei Halben (VL und VR):

| | |
|---|-----------------------|
| Wenn zugehöriger Angreifer am Kreis, | dann Kreis decken. |
| Wenn zugehöriger Angreifer in Freiwurfzone, | dann direkt decken. |
| Wenn zugehöriger Angreifer im Rückraum | |
| und dieser im Ballbesitz ist, | dann hingehen, |
| sonst | offensiv decken. |
| Wenn zugehöriger Angreifer ganz hinten oder außen ist und | dann offensiv decken. |

Die Außenspieler (AL und AR) und der Hinten Mitte (HM):

| | |
|--|---------------------|
| Wenn zugehöriger Angreifer am Kreis, | dann Kreis decken. |
| Wenn zugehöriger Angreifer in Freiwurfzone, | dann direkt decken. |
| Wenn zugehöriger Angreifer im Rückraum | |
| und dieser im Ballbesitz ist, | dann raustreten, |
| wenn Nachbar gefährlich ist, | dann sichern, |
| wenn Nachbar nicht gefährlich ist oder | |
| weder zugehöriger Angreifer noch der Nachbar Ballbesitzer ist, | dann verschieben. |
| Wenn zugehöriger Angreifer ganz hinten oder außen ist und | |
| dieser im Ballbesitz ist, | dann defensiv |
| wenn Nachbar gefährlich ist, | dann sichern, |
| wenn Nachbar nicht gefährlich ist oder | |
| weder zugehöriger Angreifer noch der Nachbar Ballbesitzer ist, | dann verschieben. |

In Abbildung 60 *deckt* beispielsweise der Vorgezogene (Abwehrspieler 3) *den Raum*, Abwehrspieler 4 *deckt den Kreis*, Abwehrspieler 2 *geht zum Ballbesitzer hin*, während sein Nebenspieler (Abwehrspieler 1) den Durchbruchraum *sichert*. Auf der anderen Seite *deckt* Abwehrspieler 5 *offensiv* und Abwehrspieler 6 *verschiebt*.

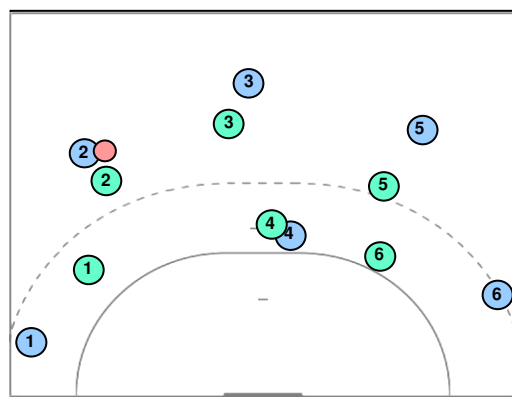


Abb. 60: Implementierte Regeln der 3:2:1-Deckung

6.5 Übersicht der abwehrspezifischen Entscheidungsketten

Zur vergleichenden Betrachtung der abwehrspezifischen Entscheidungsketten werden die in den jeweiligen Abwehrformationen zur Anwendung kommenden Regeln und Aktionen nochmals gelistet. Tabelle 4 gibt dabei an, ob, beziehungsweise in welchem Umfang, die einzelnen Regeln enthalten sind. Für die Entscheidungsregeln wird dabei angegeben, wie viele Sätze zur Beschreibung der vollständigen Entscheidungsketten notwendig sind, aus wie vielen Ebenen diese Sätze maximal bestehen (Verschachtelungen) und wie viele parallel verlaufende logische Sätze (Stränge) dieses Modell beinhaltet.

Tab. 4: Abwehrsystemspezifische Entscheidungsketten im Vergleich

| | | Mann- deckung | 6:0 | 5:1 | 3:2:1 |
|----------------------------------|--------------------|------------------|-----|-----|-------|
| Zuordnungs- regeln | direkt | ● | | | |
| | Abzählen von außen | | ● | ● | ● |
| | positionsbedingt | | | ● | ● |
| Bewertungs- regeln | Bereich | 2 | 1-4 | 1-4 | 1-4 |
| | Ballbesitzer | ● | ● | ● | ● |
| | Gefährlichkeit | | ● | ● | ● |
| Entschei- dungsregeln | Sätze | 1 | 4 | 5 | 9 |
| | Verschachtelung | 1 | 2 | 3 | 3 |
| | Stränge | 1 | 1 | 2 | 3 |
| Aktionen | defensiv decken | | ● | ● | ● |
| | offensiv decken | | | | ● |
| | direkt decken | ● | ● | ● | ● |
| | Kreis decken | ● | ● | ● | ● |
| | Raum decken | | | ● | ● |
| | raustreten | | ● | ● | ● |
| | hingehen | ● | | | ● |
| | verschieben | | ● | ● | ● |
| | sichern | | ● | ● | ● |

Die vergleichsweise geringe Komplexität der Manndeckung wird hier besonders deutlich. Sie verwendet nur eine einfache Zuordnungsregel, unterscheidet nur

zwei Feldbereiche und benötigt lediglich einen Satz als Entscheidungsregeln, wobei auch nur drei Aktionen zur Anwendung kommen.

Im Vergleich dazu ist die 3:2:1-Deckung äußerst komplex. Hier sind zunächst zwei verschiedene Zuordnungsregeln notwendig. Dann werden alle vier Feldbereiche und Bewertungsregeln in 9 Sätzen der Entscheidungsregeln verwendet, die für die verschiedenen Abwehrpositionen dann mit 3 Strängen formuliert werden. Außerdem sind alle neun möglichen Aktionen der Abwehrspieler enthalten.

7 Simulation des Abwehrverhaltens

Um die gleichzeitig ablaufenden Prozesse des komplexen Abwehrverhaltens im Hallenhandball veranschaulichen zu können, wird das im vorherigen Kapitel entwickelte Modell nun in eine Simulation (vgl. Kapitel 3.3) überführt. Da das Betrachten des Abwehrverhaltens auch als Was-wäre-wenn-Szenarien erfolgen und Begründungen für das gezeigte Verhalten verdeutlicht werden sollen, ist die Simulation wie ein Expertensystem (vgl. Kapitel 3.2) aufgebaut. Der Anwender kann mittels der Dialogkomponente mit dem System kommunizieren. Er stellt seine Anfragen, indem er Rahmenbedingungen festlegt und die Situation auf dem Spielfeld manipuliert. Das System ermittelt dazu mit Hilfe des implementierten Modells des Abwehrverhaltens das für diese Situation korrekte absprachegerechte Verhalten der Abwehrspieler und stellt es grafisch und dynamisch dar. Die Erklärungskomponente gibt die Begründung des gezeigten Verhaltens aus.

Diese Simulation, im Folgenden auch SimTak (Simulation von Taktikverhalten) genannt, wird nun mittels mehrerer Diagramme in UML 2.1 (Unified Modeling Language)⁹ beschrieben. Ferner werden die Entwicklungsumgebung zur Erstellung der Software SimTak sowie deren Dialog- und Erklärungskomponenten vorgestellt.

⁹ Die UML wird unabhängig vom Fach- und Realisierungsgebiet zur Modellierung, Dokumentation, Spezifizierung und Visualisierung komplexer Softwaresysteme eingesetzt. Sie unterstützt besonders die objektorientierte Vorgehensweise, wobei sie weder den Anspruch auf Vollständigkeit erhebt noch als formale Sprache, Methode oder Vorgehensmodell angesehen werden möchte (vgl. Rupp, Hahn, Queins, Jeckle & Zengler, 2005, S. 12ff.).

7.1 Anwendungsfälle

Anwendungsfälle beschreiben, was die Software aus Sicht des Anwenders leisten kann (vgl. Rupp, Hahn, Queins, Jeckle & Zengler, 2005). Diese werden mit einem so genannten Use-Case-Diagramm dargestellt, die die Anwendungsfunktionalität im Überblick modellieren soll und mit einem hohen Abstraktionsgrad und einfacher Notation meist der Ausgangspunkt für weitere Modelle darstellt (vgl. Kelch, 2006, S. 35). Die Abbildung 61 zeigt mit dem Use-Case-Diagramm die Anwendungsfälle der Software SimTak.

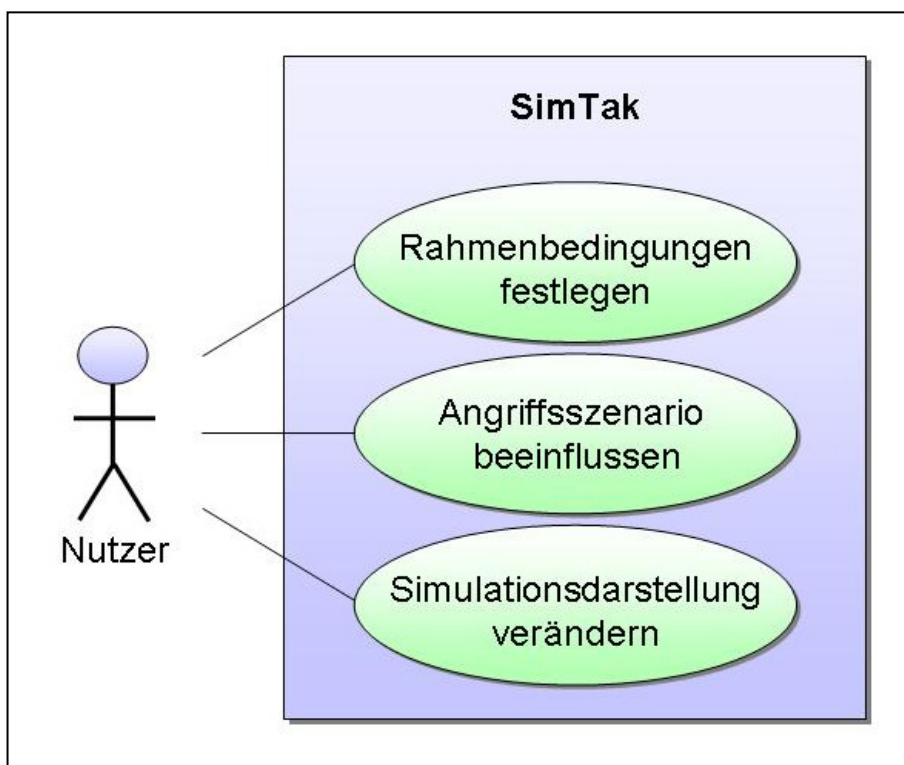


Abb. 61: Anwendungsfälle der Software SimTak

Der Nutzer kann die Rahmenbedingungen festlegen und das Angriffsszenario beeinflussen. Ausgehend von diesen Vorgaben simuliert die Software das regelgerechte Abwehrverhalten, stellt es grafisch dar und begründet es. Die grafische Darstellung der Simulation ist wiederum vom Nutzer veränderbar. Konkretisiert werden diese Anwendungsfälle mittels des erweiterten Use-Case-Diagramms in Abbildung 62.

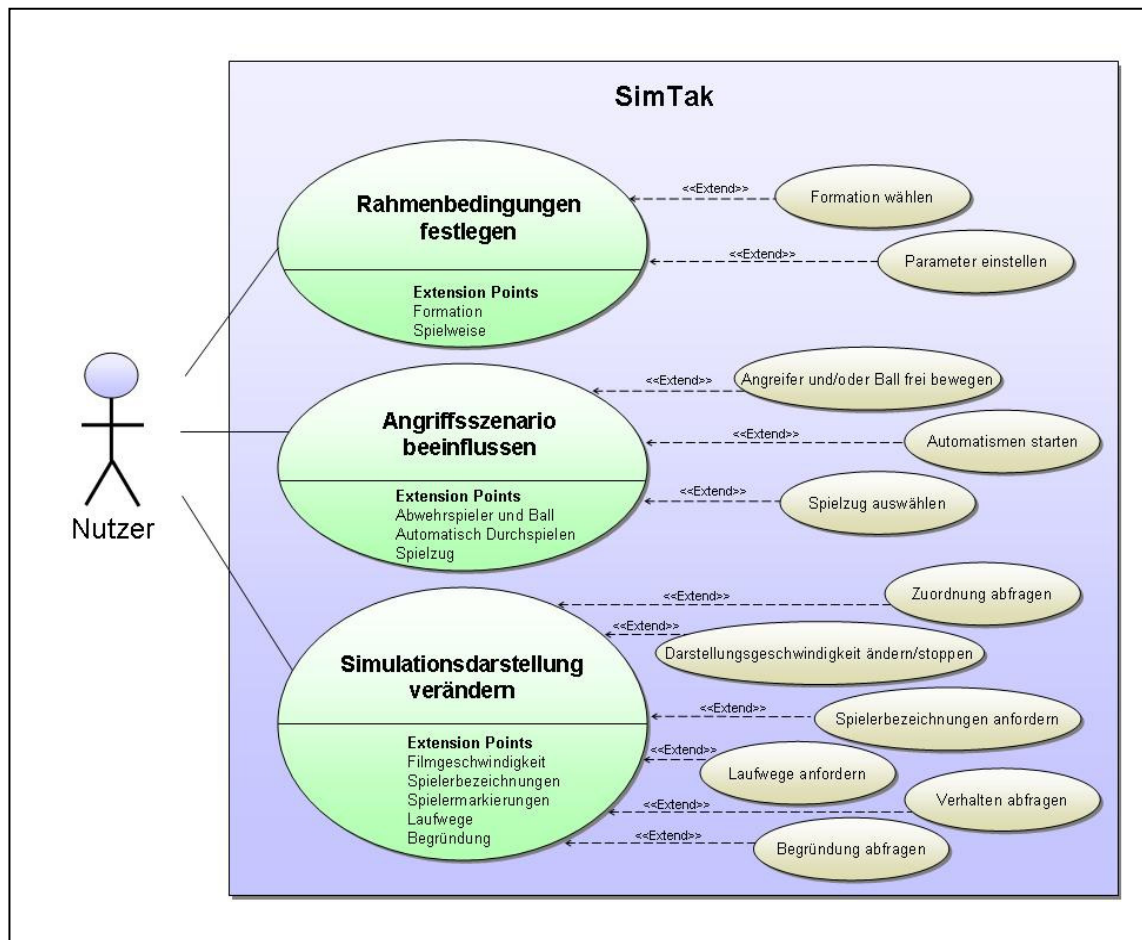


Abb. 62: Erweitertes Use-Case-Diagramm der Software SimTak

Die Rahmenbedingungen, die der Nutzer festlegen kann, betreffen die Auswahl der Abwehrformation und die Spielweise. Wählbare Abwehrformationen sind die Manndeckung, die 6:0-Deckung, die 5:1-Deckung sowie die 3:2:1-Deckung. Die Spielweise ist regelbar von streng mannorientiert bis zu sehr ballorientiert sowie von ganz defensiv bis sehr offensiv.

Das Angriffsszenario kann auf unterschiedliche Weise vom Nutzer manipuliert werden. Zum einen kann er den Ball und jeden einzelnen Angreifer beliebig und frei auf dem Spielfeld bewegen. Er kann die Angreifer aber auch bestimmte dynamische Verhaltensweisen automatisch durchführen lassen. So können diese den Ball in den eigenen Reihen unabhängig ihrer Positionen automatisch durchspielen, und bei Bedarf dies auch zusätzlich mit einer Stoßbewegung ausführen. Weitere Automatismen sind das Durchführen einer Finte mit anschließendem Lauf in Richtung Tor sowie ein Torwurf unabhängig von den konkreten

Positionen der Spieler auf dem Feld. Der Nutzer kann aber auch Spielzüge abrufen. Dabei stehen zehn vorprogrammierte, komplexe Bewegungsabläufe der Angreifer mit dem Abschluss *Torwurf* zur Auswahl. Diese können durchlaufend betrachtet, jederzeit unterbrochen oder auch mit allen eben beschriebenen Maßnahmen zur Manipulation der Angreifer fortgesetzt werden.

Das adäquate Abwehrverhalten wird permanent als Reaktion auf die Aktionen der Angreifer unter den gewählten Rahmenbedingungen gezeigt. Dabei sieht der Nutzer die Abwehrspieler in einem Spielfeld von oben ständig agieren. Zudem ist eine schematische Darstellung des Entscheidungsprozesses sichtbar, die zu jeder Zeit die Auswahl der momentanen Aktion eines ausgewählten Abwehrspielers nachvollziehbar macht und damit begründet. Die Art der Darstellung ist vom Nutzer manipulierbar, er kann das gesamte Spielgeschehen oder auch nur die Bewegungen der Abwehrspieler verlangsamen bzw. ganz stoppen. Die positionsbezeichnenden Beschriftungen aller Spieler können ebenso wie die Zuordnungen der Spielerpaare und die Laufwege einzelner Abwehrspieler angezeigt werden. Begründungen für das Verhalten der Abwehrspieler können aus zwei Perspektiven angefordert werden. So ist es möglich, das Expertensystem zu fragen, welche Aktion ein bestimmter Abwehrspieler gerade ausführt. Auch die entgegengerichtete Abfrage ist möglich, bei der alle Abwehrspieler hervorgehoben werden, die diese Aktion im Moment ausführen.

7.2 Klassen

„Klassen sind der wichtigste Bestandteil eines objektorientierten Systems“ (Brugger, 2005, S. 385). Sie repräsentieren eine Gruppe von gleichen Objekten und beschreiben deren Attribute (Eigenschaften) und Methoden (Verhaltensmöglichkeiten, vgl. Helmke, Höppner & Isernhagen, 2007, S. 220). Ein Klassendiagramm veranschaulicht mit der Beschreibung der Klassen und deren internen Beziehungen besonders gut die statische Struktur des Systems (vgl. Rupp et al., 2005, S. 23). Um einen Überblick über die Struktur der Software SimTak zu geben, ist in Abbildung 63 ein stark abstrahiertes Klassendiagramm dargestellt.

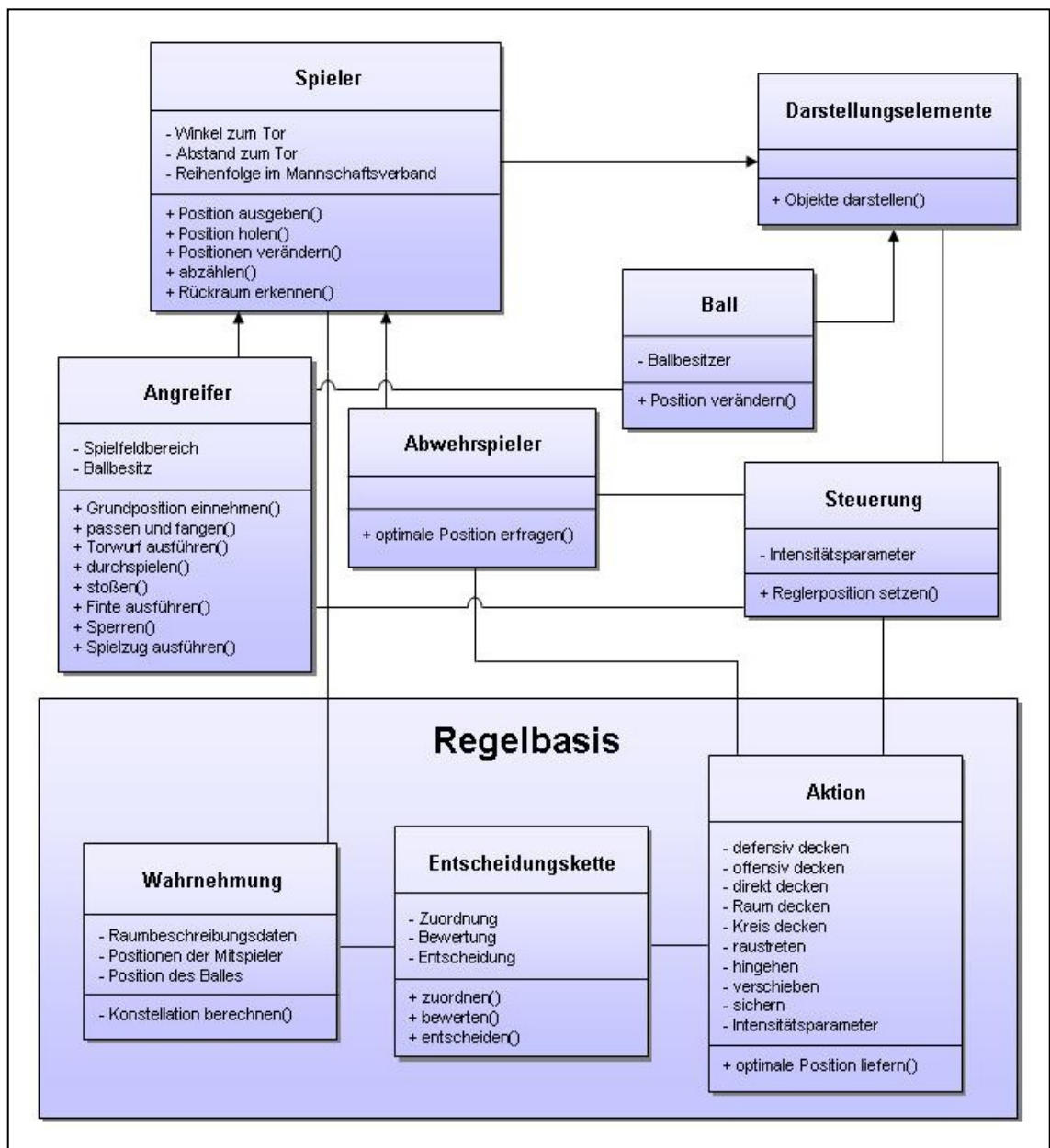


Abb. 63: Klassendiagramm der Software SimTak

Die Klasse *Darstellungselemente* enthält alle Elemente und mit ihrer Methode *Objekte darstellen* kann sie diese visualisieren.

Die Klasse der *Spieler* besitzt die positionsbeschreibenden Attribute *Winkel zum Tor* und *Abstand zum Tor*. Die *Reihenfolge im Mannschaftsverband* wird durch die Regelbasis ermittelt und ihnen als weitere Eigenschaft mitgegeben. Wesentliche Methoden dieser Klasse sind *Positionen ausgeben* bzw. *-holen*. Die Methode *Position verändern* enthält alle Berechnungen die notwendig sind, wenn sich Objekte zielgerichtet bewegen sollen, wie zum Beispiel die Bewegung des Abwehrspielers von seiner momentanen Position zu der von der Re-

gelbasis ermittelten *optimalen Position*. Außerdem können die Spieler *abzählen* und den *Rückraum erkennen*.

Für die *Angreifer* werden aus ihren positionsbeschreibenden Daten zusätzlich die Eigenschaft *Spielfeldbereich* ermittelt sowie die Eigenschaft *Ballbesitz* notiert. Sie besitzen die Methoden *Grundposition einnehmen*, *passen und fangen*, *Torwurf ausführen*, *durchspielen*, *stoßen*, *Finte ausführen*, *sperrern* und *Spielzug ausführen*.

Die *Abwehrspieler* besitzen neben den geerbten Attributen und Methoden der Klasse Spieler lediglich die Methode *optimale Position erfragen*. Mit Aufruf dieser Methode beziehen sie die Informationen zur optimalen Position aus der Regelbasis.

Die Komponente *Regelbasis* enthält die abwehrspezifischen *Entscheidungsketten*, um mittels der Regeln aus einer wahrgenommenen Situation (*Wahrnehmung*) die angemessene *Aktion* auszuwählen. Dazu kommen die Methoden *Konstellationen berechnen*, *zuordnen*, *bewerten* und *entscheiden* zur Anwendung. Die damit ausgewählte Aktion wird mit der Methode *optimale Position liefern* für den Abwehrspieler ausgegeben.

Die *Steuerung* hat als Klasse die Attribute der *Intensitätsparameter* und beeinflusst hiermit das Ausmaß der konkreten Realisierung der gewählten Aktion.

7.3 Komponenten

Komponenten fassen logische Elemente in wieder verwendbare und verwaltbare Einheiten zusammen. Sie „definieren klare, abgegrenzte Abstraktionen mit wohldefinierten Schnittstellen, so dass sie leicht austauschbar bzw. ersetzbar sind“ (Brugger, 2005, S. 420). Die Abbildung 64 illustriert die Komponenten und deren Beziehungen innerhalb der Software SimTak.

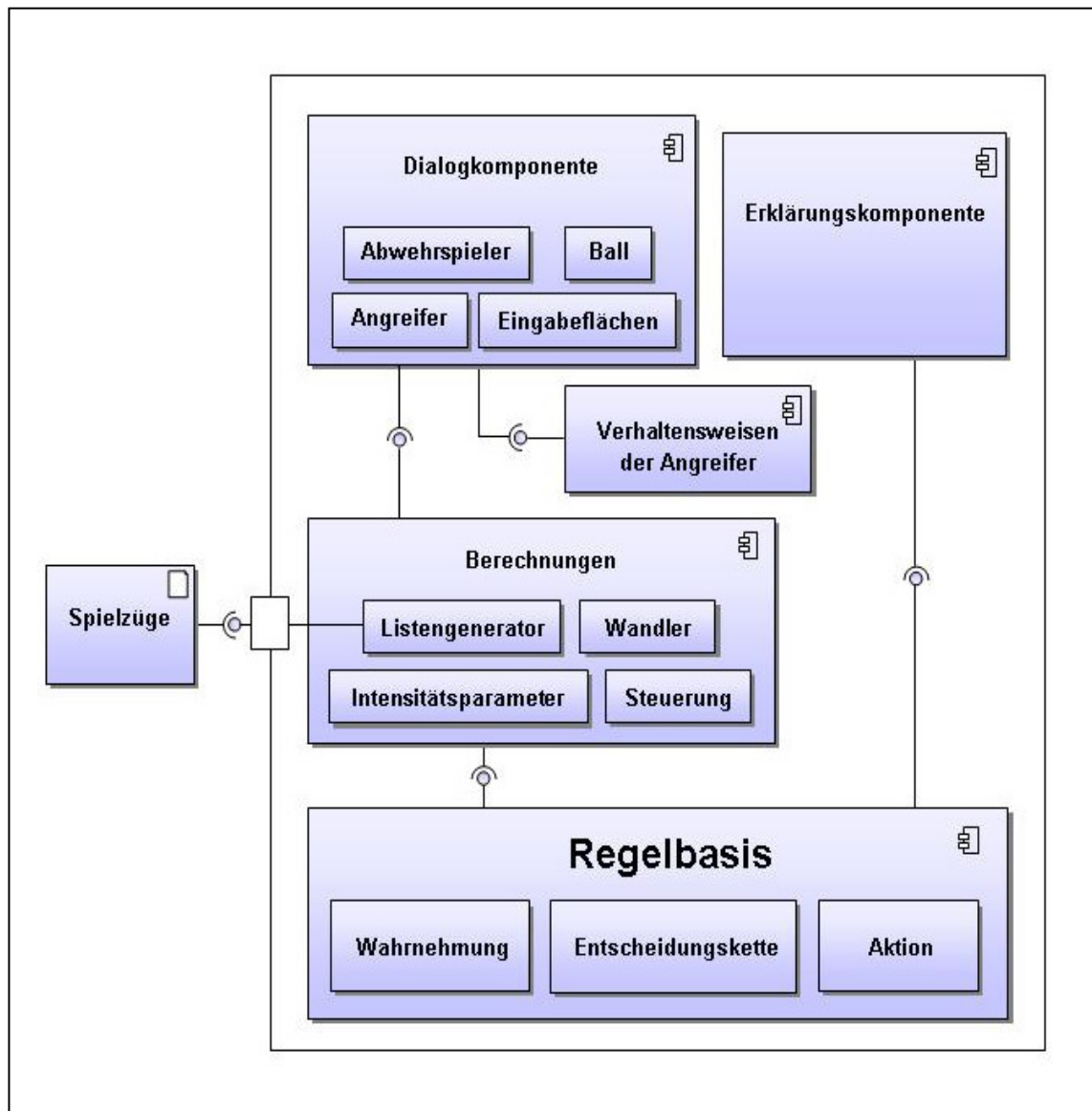


Abb. 64: Komponenten der Software SimTak

In der *Dialogkomponente*, die den Austausch der Daten mit dem Nutzer ermöglicht, werden die Daten der örtlichen Präsenz der Objekte (zum Beispiel *Abwehrspieler*, *Angreifer* und *Ball*) wiedergegeben bzw. vom Nutzer eingelesen. Aber auch die *Eingabeflächen* zur Steuerung des Systems sind hier verortet.

Eine Komponente fasst die *Berechnungen* zusammen, auf die ständig zurückgegriffen werden muss. Die Positionsdaten aller Spieler und des Balles sowie weitere Kenndaten, wie beispielsweise der Ballbesitz, werden mittels eines *Listengenerators* im System gehalten. Sie werden permanent aktualisiert und sind öffentlich, also allen beteiligten Objekten, zugänglich. Der *Wandler* konvertiert die relativen Positionsangaben aller Objekte (Winkel und Abstand zum Tor) in

kartesische Koordinaten, um die Darstellung der Objekte auf der Bildfläche zu ermöglichen. Hier werden auch die *Intensitätsparameter* verwaltet, zum Beispiel die Angaben zur Spielweise und der Geschwindigkeit, die der Betrachter mittels Regler in der *Steuerung* verändern kann.

Eine weitere Komponente realisiert die automatisierten *Verhaltensweisen* der Angreifer.

Die *Erklärungskomponente* visualisiert die in der *Regelbasis* ablaufende Entscheidungsfindung unabhängig von der Situationsdarstellung auf dem Spielfeld.

In einer separaten Bibliothek werden die *Spielzüge* in Form von externen Textdateien gehalten. Über eine Schnittstelle des Systems können diese, nach Raum und Zeit protokollierten Koordinaten der Angreifer und des Balls, in das System eingespielt werden.

7.4 Entwicklungsumgebung

Als Entwicklungsumgebung zur Erstellung der Simulation wurde das Multimedia-Autorensystem Director 8.5 G von Macromedia gewählt. Die Abbildung 65 zeigt einen Screenshot dieser Software.

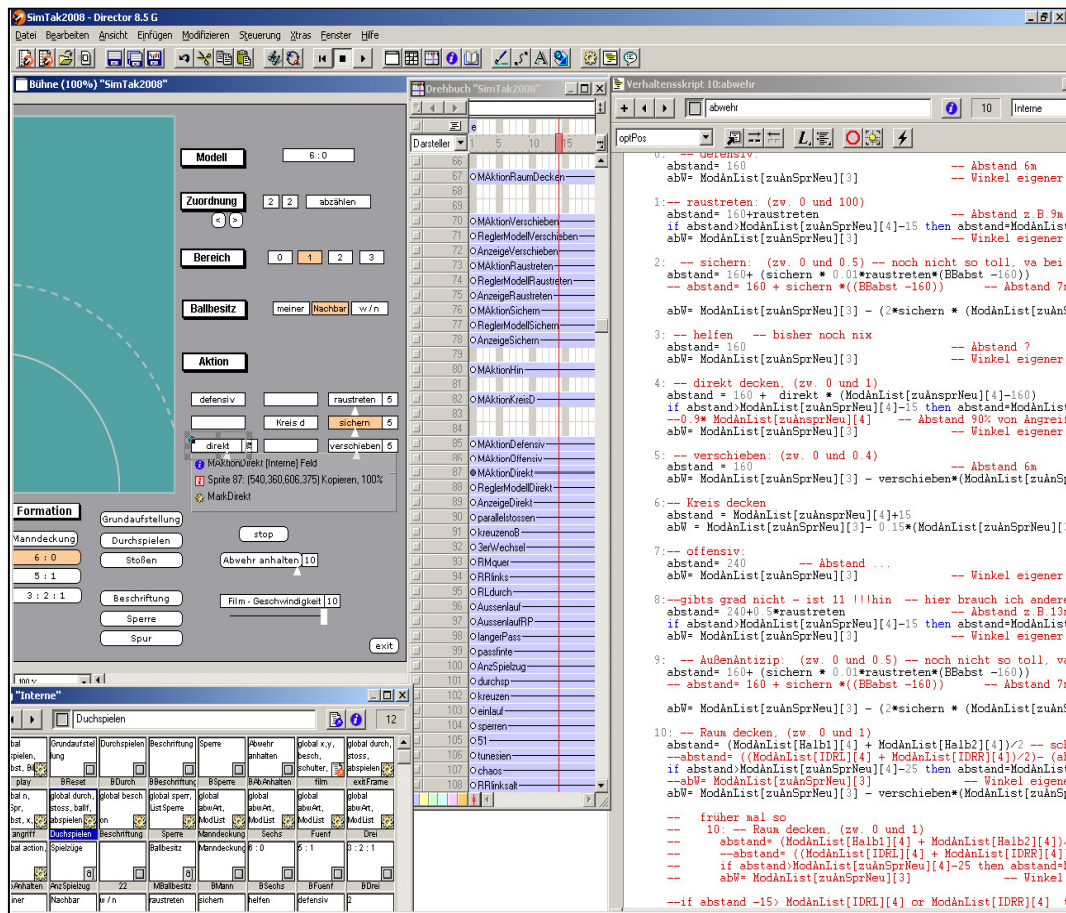


Abb. 65: Screenshot der Entwicklungsumgebung Director

Dieses Entwicklungssystem ist seit langem Standard im Multimedia-Markt für Autorensysteme und ist ursprünglich für die Entwicklung interaktiver Lehrmedien auf CD-ROM ausgelegt. Mit der Möglichkeit, Director-Filme im sogenannten Shockwave-Format auszugeben, ist nun aber auch eine Darstellung im Internet mit jedem entsprechend konfiguriertem Webbrowser möglich (Gillmaier & Gola, 2000, S. 19). Die bekanntere Software *Authorware* aus demselben Hause dient auch der Erstellung von Lernanwendungen. Sie ist mit ihrer Datenbankanbindung aber eher für Projekte mit einem größeren Umfang an Text und anderen einzubindenden Informationsmedien konzipiert (Khazaeli, 2000, S. 16).

Der kleine Bruder von Director ist Flash mit der dem Lingo sehr ähnlichen Scriptsprache ActionScript. Auch Flash dient der Herstellung von interaktiven Präsentationen. Da sich die mit Flash erzeugten Projekte durch eine geringe Datengröße und eine einfache Einbindung in Internetseiten auszeichnen, finden sie eben dort ihre Anwendung und damit eine weite Verbreitung. Wenn auch die Scriptsprachen und das generelle Konzept von Director und Flash sehr ähnlich sind, zum Programmieren größerer Projekte ist Director aufgrund seiner Programmstruktur und der Art der Einbindung von Skripten wesentlich übersichtlicher und damit für ein Projekt dieser Art besser geeignet.

Director verwendet die Scriptsprache Lingo. Sie ermöglicht eine objektorientierte Programmierung und ist so mächtig, dass sie schon als spezielle Programmiersprache bezeichnet wird (Roberts & Gross, 2000, S. 20). Dem Anhang ist ein Auszug aus dem Quellcode von SimTak beigelegt. Als interessante Beispiele sind die Regelbasis der 6:0-Deckung und die Aktionen dort zu finden. Der gesamte Quellcode von SimTak umfasst 2.700 Zeilen bzw. 65.000 Zeichen.

7.5 Dialogkomponente

Die Bedienoberfläche von SimTak ist in Abbildung 66 dargestellt. Sie ist die Dialogkomponente des Expertensystems, denn sie ermöglicht die Kommunikation des Anwenders mit dem System.

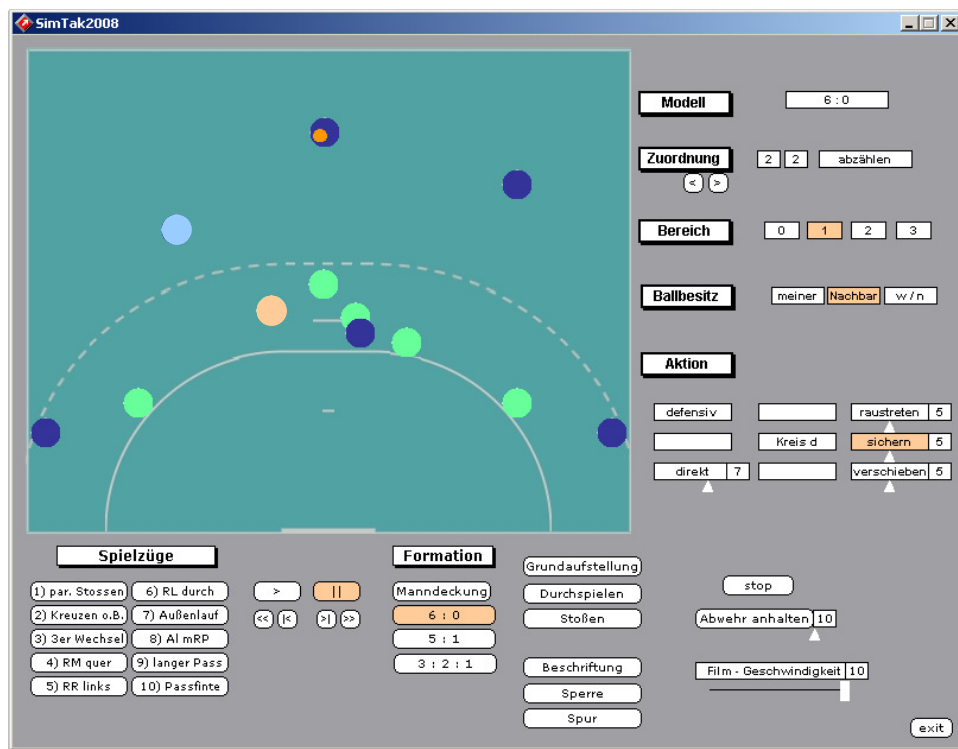


Abb. 66: Oberfläche der Computersimulation

Die Anfragen erfolgen mit Hilfe der Maus des Computers, indem die interaktiven Schaltflächen und Regler zur Steuerung des Programms per Maus betätigt werden oder mit ihr die Positionen der Angreifer und des Balles verändert werden. Das System liefert dann die Antwort in Form von Positionsangaben bzw. -veränderungen der Abwehrspieler sowie mit farblichen Markierungen der Spieler oder der Buttons. In Abbildung 66 ist beispielsweise die 6:0-Formation ausgewählt worden und der zweite Abwehrspieler von links (orange markiert) ist von Interesse. Er ist dem hellblauen Angreifer zugeordnet und führt momentan die Aktion *Sichern* aus, da der benachbarte Angreifer, der sich im Rückraum befindet, in Ballbesitz ist.

Das Spielfeld ist analog der in der Praxis eingesetzten Taktiktafeln als Draufsicht von oben gestaltet und die Spieler werden dort als farbige Punkte dargestellt. Es wurde hier bewusst auf eine möglichst einfache Darstellung Wert gelegt (vgl. Abschnitt 3.3.2). Da im vorliegenden Fall das Abwehrverhalten im Mittelpunkt steht, wird – entgegen der meisten Darstellungen im Handballlehrwesen mit Akzentuierung des Angriffsverhaltens – die Spielfeldseite gewählt, bei der sich das Tor am unteren Spielfeldrand befindet. Bewegungen der Abwehr-

spieler nach vorne werden somit durch Verschiebung der Punkte nach oben dargestellt.

Im Folgenden werden ausgewählte Aspekte der Kommunikation mit dem System und Darstellungsformen des Systems erläutert, die dem Modellziel des Verstehens des komplexen Abwehrverhaltens und einer verbesserten Darstellung des taktischen Verhaltens dienen.

7.5.1 Manipulation der Spieler

Die Angreifer können durch den Benutzer auf drei verschiedene Weisen manipuliert werden. Zum einen können sie – ebenso wie der Ball – mit der Maus in beliebiger Weise wie Spielfiguren auf dem Spielfeld bewegt werden. Zum anderen können die Schaltflächen *Durchspielen* oder *Stoßen* betätigt werden, dann führen die Angreifer diese Aktionen (vgl. Kapitel 6.2.1.4 und 6.2.1.5) automatisch und unabhängig von ihrer Position aus. Die dritte Möglichkeit besteht darin, vorprogrammierte Spielzüge abzurufen. Diese drei Arten der Manipulation der Angreifer lassen sich auch miteinander kombinieren und in unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausführen.

Die Abwehrspieler können vom Benutzer nicht direkt bewegt werden. Sie agieren auf dem Feld automatisch, wie es das Modell für die aktuelle Situation und die gewählten Modellparameter vorsieht. Die Auswahl der Aktion des Abwehrspielers ist also nicht manipulierbar, denn sie resultiert aus der Anwendung der Regelbasis. Im Sinne einer unterschiedlichen Spielweise (siehe Kapitel 5.2.3.2) sind aber einige Aktionen in ihrem Ausprägungsgrad veränderbar, indem die Bewegungsweiten mittels Reglern in 11 Stufen (0-10) einstellbar sind. Bei der Aktion *Raustreten* wird die Entfernung vom Tor und damit der *Offensivgrad* verändert. Das *Verschieben* kann in seiner seitlichen Ausprägung verändert werden und reguliert damit den Grad der *Mann-* bzw. *Ballorientiertheit* der gesamten Abwehr. Das *Sichern* in seiner Ausprägung zu verändern bedeutet, sowohl die seitliche als auch die Bewegung in die Tiefe bei dieser Aktion zu steuern. In einer mittleren Ausprägung wird somit – wie meist üblich – mit *Sicherung des Durchbruchraumes* gespielt. In seinen Extremformen ist es dann aber als ein

Spiel ohne *Sicherung des Durchbruchraumes* bzw. mit *Doppeln* oder sogar *Trippeln* der Angreifer zu beobachten.

Mit Hilfe der Regler kann der Dozent oder Trainer das System also einstellen, wie er es als sinnvoll erachtet. In der Anwendung hat sich besonders das Betrachten von Extremformen mit weichen Übergängen für das Verstehen der Abläufe als sehr sinnvoll erwiesen. Ähnliches gilt auch für die Eigenschaft der Software, die Geschwindigkeiten der Bewegungen aller Spieler verändern zu können. Zum einen ist die *Ablaufgeschwindigkeit* der gesamten Simulation regulierbar. Auf Knopfdruck kann sie sofort *angehalten* werden und somit interessante Konstellationen in Ruhe betrachtet und besprochen werden. In sehr *verlangsamter Form* ist selbst die Analyse komplexer Abläufe denkbar. Für manche Sachverhalte ist eine nur mäßige Verlangsamung angebracht, etwa wenn die Dynamik nicht außer Acht gelassen werden soll oder wenn das System in seiner Gesamtheit zu betrachten ist. Eine weitere Besonderheit der Software ist, dass die *Bewegungsgeschwindigkeit der Abwehrspieler* veränderbar ist. Hier kann beobachtet werden, inwieweit sich unterschiedliche Bewegungsschnelligkeiten in den jeweiligen Situationen auswirken.

Die Tabelle 5 gibt nochmals einen Überblick über die zur Verfügung stehenden manipulierbaren Intensitätsparameter.

Tab. 5: Durch den Benutzer manipulierbare Intensitätsparameter

| Bereich | Intensitätsparameter | Variation | Variable | Skala |
|---------------------------------|---|-----------------------------|----------------------------|-------|
| Aktionen/ Spielweise | Offensivgrad | Raustreten | Abstand zum Tor | 0-10 |
| | Offensivgrad | Direkt decken | Abstand zum Angreifer | 0-10 |
| | Mann-/Ballorientiertheit | Verschieben | Winkel zum Tor | 0-10 |
| | Offensivgrad und Mann-/Ballorientiertheit | Sichern | Abstand und Winkel zum Tor | 0-10 |
| Geschwindigkeit | Gesamtgeschwindigkeit | Darstellungsgeschwindigkeit | | 1-10 |
| | Bewegungsgeschwindigkeit der Abwehr | Schrittgröße | | 0-10 |

7.5.2 Farbliche Kennzeichnung der Zuordnung der Spielerpaare

Die *Zuordnung* der Spieler kann jeweils für ein Angreifer-Abwehrspieler-Paar angezeigt werden. Durch einen Rechtsklick mit der Maus auf den gewünschten Abwehrspieler werden dieser und der ihm zugeordnete Angreifer farblich anders dargestellt als die übrigen Spieler (siehe Abb. 67).

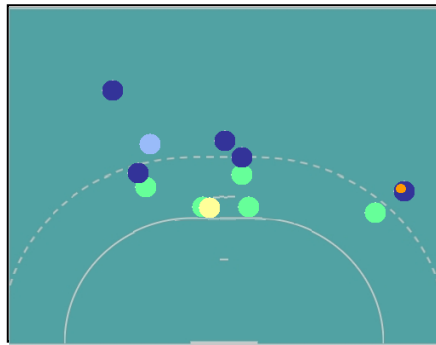


Abb. 67: Farbliche Markierung (hier hellblau und gelb) zur besseren Kennzeichnung der Zuordnung der Spieler

Dies kann zum einen dann sinnvoll sein, wenn durch ein starkes Verschieben der Abwehrspieler die Zuordnung der Spielerpaare aus deren Stellung allein nicht mehr ersichtlich ist. Zum anderen gibt es immer wieder Konstellationen, in denen viele Angreifer und somit auch viele Abwehrspieler in einem Bereich relativ eng zusammen positioniert sind, so dass eine augenscheinliche Zuordnung unmöglich wird. Durch die farbliche Markierung kann die Frage der Zugehörigkeiten sehr einfach geklärt werden. Als drittes kann dies vor allem dann genutzt werden, wenn gezeigt werden soll, wie sich die Zuständigkeiten während des Spielverlaufes ändern. So kann bei einer 6:0-Abwehr das *Übernehmen-Übergeben* sehr gut verdeutlicht werden. Bei Spielzügen, die genau diesen Zuordnungswechsel provozieren, wird auf diese Weise die Problematik offensichtlich. Und schließlich kann diese Farbmarkierungsfunktion auch zum Verdeutlichen der Unterschiede der Spielsysteme gut genutzt werden. Wird bei der gewünschten Spielkonstellation ein anderes Spielsystem gewählt, bleibt die Markierung für den Abwehrspieler bestehen. Ist dieser nun für einen anderen Angreifer zuständig, verdeutlicht sich dies durch einen Wechsel der Markierungen des zugehörigen Angreifers.

7.5.3 Aktionen der Abwehrspieler

Informationen über die aktuellen Aktionen der Spieler können auf zweierlei Arten abgerufen werden.

Die Abwehrspieler zeigen zwar das geforderte Verhalten auf dem Bildschirm, aber allein aus deren Stellung auf dem Feld ist nicht immer auf die aktuelle Aktion zu schließen. In diesem Fall zeigt ein Rechtsklick mit der Maus auf den gewünschten Abwehrspieler in der Erklärungskomponente (siehe auch Kapitel 7.6) nicht nur die aktuell ausgeführte Aktion an, sondern sie liefert auch die Begründung, warum dieser Spieler wie dargestellt agiert. Im Beispiel der Abbildung 68 ist der dritte Spieler von links von Interesse, der die Aktion *Sichern* ausführt. Nach dem Prinzip des Abzählens von Außen ist er bei einer 6:0-Abwehr dem hellblau markierten Angreifer zugeordnet. Da sich dieser im Rückraum befindet und der benachbarte Angreifer im Ballbesitz ist, ist die Aktion *Sichern* die absprachegerechte Aktion.

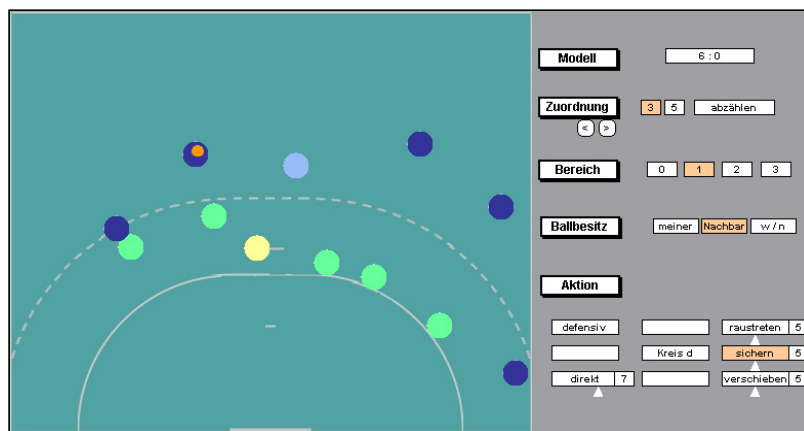


Abb. 68: Informationen zur Aktion des markierten Abwehrspielers

Vor allem während des Durchspielens bzw. Stoßens der Angreifer oder während der Durchführung eines Spielzugs wird mit der Markierung der momentan ausgeführten Aktion deutlich, welche und wie viele Aktionen die einzelnen Spieler im Verlauf ausführen müssen und wie schnell deren Wechsel mitunter sind.

Die Information zu den aktuellen Aktionen kann aber auch in der anderen Richtung abgefragt werden. Ein Überstreichen der jeweiligen Schaltfläche der Erklärungskomponente mit der Maus markiert alle diejenigen Spieler, die diese Grundposition innehaben oder diese Aktion momentan ausführen. Diese Spieler werden wie bisher angezeigt, alle anderen Spieler verblassen solange, bis die

Maus den Button wieder verlässt. In Abbildung 69 wurde die Aktion *Raustreten* überstrichen und somit ist nur der Abwehrspieler noch hell dargestellt, der zu seinem zugehörigen Angreifer *raustritt*.

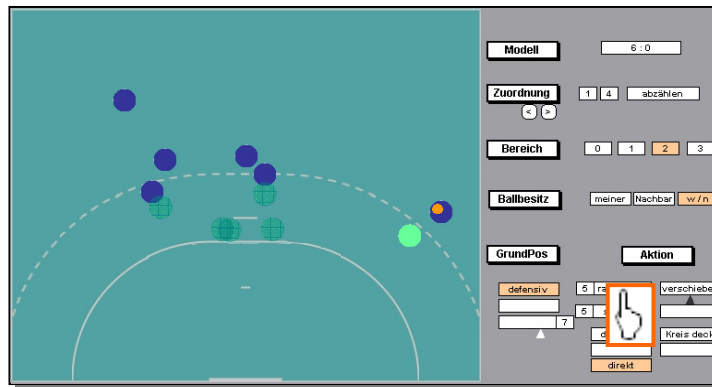


Abb. 69: Markierung der Abwehrspieler, die die ausgewählte Aktion ausführen

7.5.4 Laufwege der Spieler

Zur eingehenden Analyse kann der Laufweg einzelner Spieler eingeblendet werden (Abb. 67). Die Aktivierung erfolgt mit Button *Spur* und die Auswahl der Spieler durch gleichzeitigen Tastendruck *S* und Mausklick auf den gewünschten Spieler. Es können sowohl Abwehrspieler als auch Angreifer ausgewählt werden.

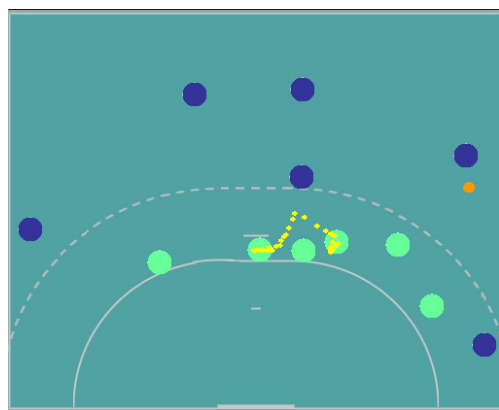


Abb. 70: Laufweg eines ausgewählten Spielers

7.5.5 Beschriftung der Spieler

Eine Beschriftung aller Spieler (Abb. 71) kann auf Knopfdruck ein- und ausgeblendet werden.

Die Beschriftung der Spieler ist zum Lernen der Positionsbezeichnungen sinnvoll, v. a. weil diese in den unterschiedlichen Spielsystemen differieren. Hier kann in der Grundaufstellung mit Aktivierung der Bezeichnungen zwischen den verschiedenen Abwehrarten gewechselt werden, so dass nicht nur die veränderte Position, sondern auch der Unterschied in der Bezeichnung deutlich und damit einprägsamer wird.

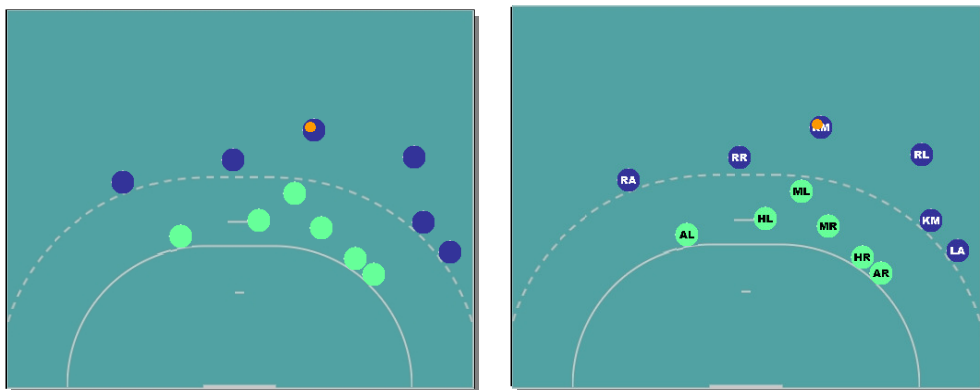


Abb. 71: Spielsituation eine 6:0-Abwehr a) Spieler ohne Beschriftung, b) Spieler mit Beschriftung

Sehr hilfreich sind die Positionsbezeichnungen auch dann, wenn sich der Anwender nach Beendigung eines Spielzuges nochmals die Endpositionen der Spieler im Vergleich zur Ausgangsposition vergegenwärtigen will.

Eine permanente Beschriftung der Spieler hat sich nicht als sinnvoll erwiesen. Oft ist es wünschenswert, weniger Information zu präsentieren, etwa wenn es um den optischen Eindruck des Gesamtsystemverhaltens geht. Dieses ist – vor allem in der Dynamik – ohne Beschriftung wesentlich besser zu erkennen.

7.6 Erklärungskomponente

Der rechte Teil der Bedienoberfläche der Simulation (vgl. Abb. 72) dient hauptsächlich dazu, das Verhalten der Abwehrspieler zu erklären – daher die Bezeichnung Erklärungskomponente. Diese soll das gezeigte Verhalten der Abwehrspieler begründen.

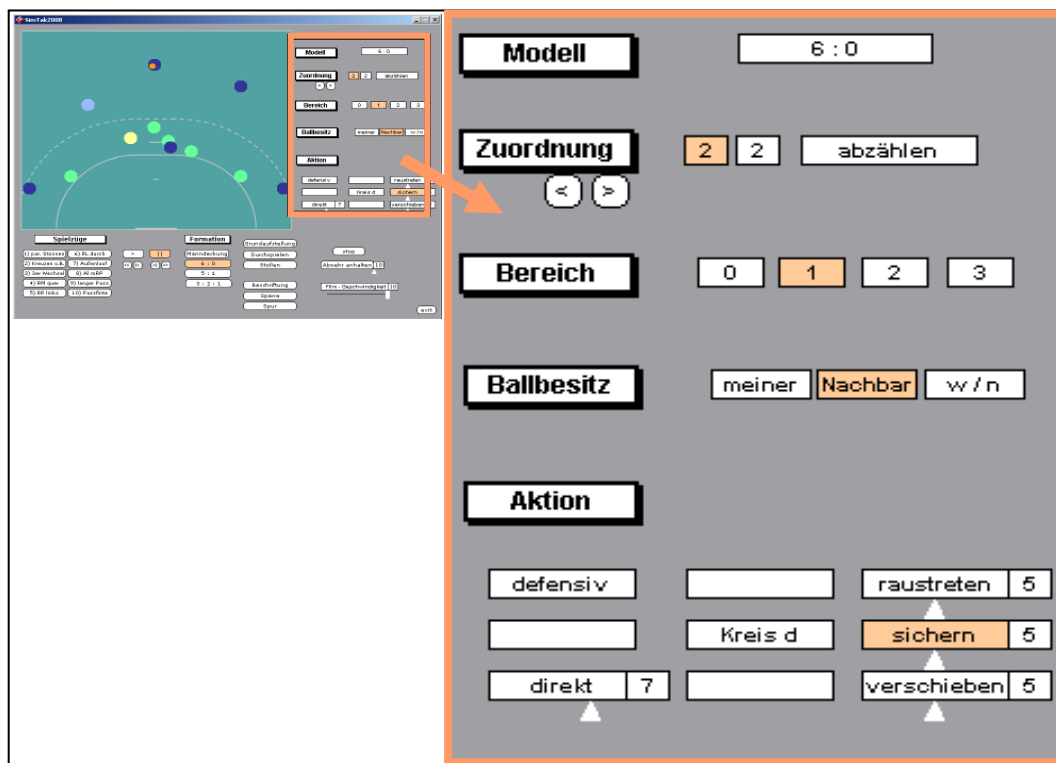


Abb. 72: Erklärungskomponente

Sie selbst stellt zunächst die Komponenten des Modells dar und informiert über die ausgewählte Abwehrformation sowie in welcher Weise die Ermittlung der Zuordnung der Spieler erfolgt. Als Bewertungen gehen zum Einen der Bereich des Feldes ein, in dem sich die jeweils zugehörigen Angreifer befinden, zum Anderen die Information des Ballbesitzers, angegeben in Beziehung zum zugehörigen Abwehrspieler. Auch die für diese Abwehrformation möglichen Aktionen der Abwehrspieler werden angezeigt.

Dabei werden zunächst alle Möglichkeiten für alle Abwehrspieler für das ausgewählte Modell angezeigt. Die jeweils für einen konkreten Abwehrspieler momentan in Kraft tretenden Regeln und die deshalb ausgeführte Aktion dieses Abwehrspielers werden dann jeweils orange markiert.

Im in Abbildung 72 illustrierten Fall wird eine 6:0-Abwehr gespielt, die Zuordnung erfolgt damit durch *abzählen* und so ist dem ausgewählten zweiten Abwehrspieler der zweite Angreifer zugeordnet. Dieser Angreifer befindet sich im Rückraum (*Bereich 1*) und sein *Nachbar ist im Ballbesitz*. Die momentan gezeigte Aktion des Abwehrspielers ist deshalb *sichern*.

Eine Informationsabfrage ist auch in umgekehrter Richtung möglich. Wird die Maus über die einzelnen Aktionen bewegt, werden alle Abwehrspieler, die diese Aktion momentan ausführen, im Feld weiterhin hell dargestellt während alle anderen Abwehrspieler verblassen.

Die Erklärungskomponente wurde in diesem Kapitel nochmals detaillierter betrachtet, da sie als Begründung des gezeigten Verhaltens der Abwehrspieler auf dem Feld nicht nur eine wichtige Komponente des Expertensystems ist. Sie spielt darüber hinaus auch eine bedeutende Rolle bei der Erstellung und Prüfung des Modells. Welche Regeln für den konkreten Fall zur Anwendung kommen, wird direkt aus der Verarbeitung der Regelbasis abgegriffen und dargestellt. So kann die Ursache für ein fehlerhaft gezeigtes Verhalten auf dem Spielfeld leichter gefunden werden. Es würde damit ersichtlich, ob eine falsche Situationsbewertung vorliegt, ob die Regeln falsch miteinander verknüpft sind oder ob bis zur Auswahl der Aktion alles richtig war, die Aktion als solche aber mangelhaft operationalisiert worden ist.

8 Prüfung des Modells

Modelle sind Abbilder der Wirklichkeit und erst dann einsetzbar, wenn überprüft ist, ob sie – im Sinne ihrer Zweckbestimmung – valide sind (vgl. Kapitel 3.1.2 und 3.2.3). Der Zweck des hier zu erarbeitenden Modells ist eine sinnvolle Veranschaulichung des komplexen Abwehrverhaltens, um das Lernen und Verstehen der zugrundeliegenden Absprachen und Regeln zu erleichtern (vgl. Kapitel 4.2.2). Das Wissen um das absprachegerechte Abwehrverhalten sollte dazu korrekt modelliert und simuliert sein. Es gilt also, die Korrektheit eines wissensbasierten Simulationsmodells zu prüfen. Problematisch ist hierbei aber, „dass sich die vollständige Korrektheit eines Simulationsmodells – außer bei trivialen Modellen – nicht nachweisen lässt“ (Rabe, Wenzel & Spieckermann, 2008, S. 1). Ähnlich äußern sich Ferstl und Sinz (2006, S. 350), die feststellen, an „ein wissensbasiertes Modell können nur geringe Anforderungen hinsichtlich Vollständigkeit, Widerspruchsfreiheit und Eindeutigkeit gestellt werden“. Trotz der hier formulierten Probleme in Bezug auf die Validierung von wissensbasierten Simulationssystemen, können eine Reihe sinnvoller Modellprüfungen angestellt und Schlussfolgerungen über die erreichte Modellgüte getroffen werden. Für das vorliegende Modell erfolgt diese Prüfung in drei Schritten. Neben der Betrachtung des Gültigkeitsbereiches (Kapitel 8.1) und der formalen Prüfung auf Vollständigkeit und Eindeutigkeit der Regeln (Kapitel 8.2) wird die Simulation Experten zur Validierung vorgelegt (Kapitel 8.3).

8.1 Gültigkeitsbereich

Die Festlegung des Gültigkeitsbereiches beinhaltet die Prüfung, für welche Situationen das Modell überhaupt gelten soll.

Bezüglich der *zeitlichen* Phasen des Handballspiels gilt das Modell für die Phase des Positionsangriffs. Das ist die Phase, in welcher die Abwehrspieler ihre Position zwischen Angreifer und Tor bereits eingenommen haben. Es betrifft also nicht die Phasen des Gegenstoßes oder des Schnellangriffs.

Damit kann auch der *räumliche* Bereich auf eine Spielfeldhälfte beschränkt bleiben. Dies hat zur Folge, dass – analog der Handballregeln – die Reaktionen

der Abwehrspieler nicht mehr sinnvoll sein müssen, wenn sich die Spieler außerhalb des Spielfeldes oder innerhalb des Torraumes befinden.

Der *inhaltliche* Gültigkeitsbereich bezüglich der betrachteten Abwehrformationen umfasst die Manndeckung, die 6:0-Deckung, die 5:1-Deckung sowie die 3:2:1-Deckung. Art und Umfang der enthaltenen Regeln ist dem Ziel des Modells – Darstellung des absprachegerechten Abwehrverhaltens – entsprechend so gehalten, dass die Charakteristik der jeweiligen Abwehrformation sichtbar wird und die Abwehrspieler korrekt handeln. Die Komplexität übersteigt trotzdem nicht das Maß, bei dem die Regeln aus dem gezeigten Verhalten nicht mehr nachvollziehbar wären. Da die *Nachvollziehbarkeit* eine zentrale Anforderung an das Modell und die Simulation ist, sind individuelle spontane Entscheidungen oder überraschende Verhaltensweisen der Abwehrspieler, wie sie in der Realität durchaus gezeigt werden könnten, ebenso wenig in das Modell implementiert wie ein auf spezielle Eigenheiten eines einzelnen Angreifers abgestimmtes Verhalten.

8.2 Vollständigkeit und Eindeutigkeit der Regeln

Die zweite Prüfung gilt der Vollständigkeit und Eindeutigkeit. Dazu werden zunächst die Regeln einzeln geprüft, ob mit ihnen alle theoretisch möglichen Fälle eindeutig abgebildet werden. Zum anderen wird für die abwehrspezifischen Entscheidungsketten geprüft, ob jeder möglichen Kombination der Bewertungen stets genau eine Aktion zugeordnet wird.

8.2.1 Zuordnungsregeln

Die Zuordnungsregeln sind dann vollständig und eindeutig, wenn sie gewährleisten, dass jedem Abwehrspieler stets genau ein Angreifer zugeordnet wird.

Bei der direkten Zuordnung (Kapitel 6.3.1.1) trifft die Bedingung schon per Definition zu, denn hier ist jeder Abwehrspieler immer genau einem Angreifer zugeordnet.

Auch bei der Zuordnung mittels Abzählen von außen (Kapitel 6.3.1.2) trifft diese Bedingung zu, denn dort ist jeder Abwehrspieler immer genau dem Angreifer

zugeordnet, der der eigenen Position im Mannschaftsverband entspricht. Die Spieler werden nach ihrer Stellung auf dem Feld, genauer gesagt nach der Größe des Winkels zum Tor, durchnummeriert. Da auch bei exakt gleichen Winkeln keine zwei gleichen Nummern vorkommen, ist jeder Abwehrspieler immer genau einem Angreifer zugeordnet.

Weniger einfach gestaltete sich die Entwicklung eindeutiger Zuordnungsregeln für die positionsbedingte Zuordnung. Ursprünglich war vorgesehen, einzelnen Spielern aufgrund ihrer Position im Abwehrverband gänzlich eigene Regeln zu geben. Bei bestimmten Konstellationen führt dies aber im Zusammenspiel mit den eigenen Abwehrspielern zu Eindeutigkeitsproblemen bezüglich der Zuordnung. So wurde eine Hierarchie von Prüfungen entwickelt, nach der die Zuordnung erfolgt. Sobald der betreffende Abwehrspieler seinem zugehörigen Angreifer eindeutig zugeordnet werden kann, werden die beiden zugehörigen Spieler aus dem sonst üblichen Zuordnungsverfahren heraus genommen. Führt die Reihe von Prüfungen aber zu keinem eindeutigen Ergebnis, verbleiben diese beiden Spieler in dem sonst üblichen Zuordnungsverfahren. Damit ist die Eindeutigkeit der positionsbedingten Zuordnungsregeln gegeben.

8.2.2 Bewertungsregeln

Die Bewertungsregeln gelten als vollständig und eindeutig, wenn innerhalb eines jeden Bereiches alle Möglichkeiten abgebildet werden können und wenn für jede mögliche Situation genau eine Bewertung folgt.

Die erste Bewertung betrifft den *Ort*, an dem sich die Angreifer befinden können. In Kapitel 6.3.2.1 ist die Aufteilung des Spielfeldes in 4 verschiedene Bereiche beschrieben. Mit den Bereichen Kreisnähe (3), Freiwurfzone (2), Rückraum (1) und ganz hinten oder außen (0) ist das gesamte Spielfeld abgedeckt, in denen sich Angreifer regelgerecht aufhalten können. Diese halten sich auch nur genau in einem Bereich auf, da in der Simulation zur Berechnung der Position des Spielers der Mittelpunkt benutzt wird. Das Seitenaus und der Bereich hinter der Mittellinie (also außerhalb des Bildausschnittes) werden nicht gesondert betrachtet, also weiterhin dem Bereich 0 zugeordnet, da es keine Konsequenzen haben soll, wenn sich die Spieler aus dem Feld bewegen. Der Tor-

raum wird im Modell als Kreisl  he behandelt, also auch nicht mit gesonderten Regeln belegt. In der Realität würde das Spiel unterbrochen werden, wenn ein Angreifer den Torraum betritt. Aber zum Erhalt des optischen Gesamteindrucks führt dieses Verhalten nicht zum Abbruch der Simulation.

Die zweite Bewertung beurteilt den *Ballbesitzer* aus Sicht eines Abwehrspielers (Kapitel 6.3.2.2). Als Ballbesitzer wird immer derjenige Spieler bezeichnet, der ihn hat bzw. derjenige, der ihn bekommen wird. Bei einem Abspiel wird sofort der Fänger als neuer Ballbesitzer bezeichnet. Somit gibt es zu jedem Zeitpunkt immer genau einen Ballbesitzer. Mit den Möglichkeiten, dass der dem Abwehrspieler zugeordnete Angreifer im Ballbesitz ist (1), ein benachbarter Angreifer den Ball hat (2) oder eben weder der eigene noch ein benachbarter Angreifer den Ball hat (0) sind hier ebenso alle Möglichkeiten in diesem Bereich abgedeckt.

Die dritte Bewertung betrachtet die *Gefährlichkeit* eines Angreifers. Sie setzt sich aus den vier Spielfeldbereichen, in denen er sich befinden kann und dem Status des Ballbesitzes (ja/nein) zusammen. Alle Kombinationen sind abgedeckt und aus jeder folgt genau eine Gef  hrlichkeitsbewertung (ja/nein).

8.2.3 Abwehrspezifische Entscheidungsketten

Die abwehrspezifischen Entscheidungsketten sind dann vollständig und eindeutig, wenn alle theoretisch möglichen Kombinationen der Bewertungen abgebildet werden und jede mögliche Kombination in genau eine Aktion mündet.

8.2.3.1 Manndeckung

Die Tabelle 6 zeigt alle Möglichkeiten der Situationsbewertung, die bezüglich der Auswahl der korrekten Aktion bei der Manndeckung relevant sind.

Tab. 6: Prüfung der Entscheidungskette der Manndeckung

| Bewertung I Bereich (0-3) | Bewertung II Ballbesitz (0-2) | Aktion |
|------------------------------|----------------------------------|---------------|
| 3 | - | Kreis decken |
| nicht 3 | 1 | hingehen |
| | nicht 1 | direkt decken |

Es kommen lediglich zwei Bewertungen und nur drei verschiedene Aktionen zur Anwendung. Zudem müssen innerhalb der Bewertungen nicht alle Stufen einzeln aufgeschlüsselt werden. Es genügt die Beschreibung eines Falles und dessen Negierung, um alle relevanten Situationen abdecken zu können. Aus jedem der drei Bewertungsstränge folgt genau eine der drei verschiedenen Aktionen.

8.2.3.2 6:0-Deckung

Bei der 6:0-Deckung kommen alle drei Bewertungen zum Einsatz und es werden zehn Bewertungsstränge benötigt, die in sechs verschiedene Aktionen münden (Tab. 7).

Tab. 7: Prüfung der Entscheidungskette der 6:0-Deckung

| Bewertung I Bereich (0-3) | Bewertung II Ballbesitz (0-2) | Bewertung III Gefährlichkeit (0/1) | Aktion |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 3 | - | - | Kreis decken |
| 2 | - | - | direkt decken |
| 1 | 0 | - | verschieben |
| | 1 | - | raustreten |
| | 2 | 1 | sichern |
| | | nicht 1 | verschieben |
| 0 | 0 | - | verschieben |
| | 1 | - | defensiv decken |
| | 2 | 1 | sichern |
| | | nicht 1 | verschieben |

Auch wenn die gleichen Aktionen für mehrere Situationen eingesetzt werden, ist die Entscheidungskette eindeutig, da für jede Situation nur genau eine Aktion folgt.

8.2.3.3 5:1-Deckung

Im Vergleich zu den zwei vorherigen Abwehrarten kommt bei der 5:1-Deckung die Unterscheidung nach den Abwehrspielern hinzu (Tab. 8).

Tab. 8: Prüfung der Entscheidungskette der 5:1-Deckung

| Abwehrspieler | Bewertung I Bereich (0-3) | Bewertung II Ballbesitz (0-2) | Bewertung III Gefährlichkeit (0/1) | Aktion |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--|-----------------|
| Vorgezogener Spieler (VM) | | 1 | - | hingehen |
| | | nicht 1 | - | Raum decken |
| Nicht vorgezo- gene Spieler | 3 | - | - | Kreis decken |
| | 2 | - | - | direkt decken |
| | 1 | 0 | - | verschieben |
| | | 1 | - | raustreten |
| | | 2 | 1 | sichern |
| | | | nicht 1 | verschieben |
| | 0 | 0 | - | verschieben |
| | | 1 | - | defensiv decken |
| | | 2 | 1 | sichern |
| | | | nicht 1 | verschieben |

Dabei unterscheidet der vorgezogene Spieler nur, ob der ihm zugeordnete Spieler im Ballbesitz ist oder nicht. Alle anderen Abwehrspieler agieren wie bei der 6:0-Deckung.

8.2.3.4 3:2:1-Deckung

Die Tabelle 9 macht trotz ihres Umfangs der siebzehn Bewertungsstränge die Vollständigkeit und Eindeutigkeit des Modells der 3:2:1-Deckung deutlich.

Tab. 9: Prüfung der Entscheidungskette der 3:2:1-Deckung

| Abwehrspieler | Bewertung 1 Bereich (0-3) | Bewertung 2 Ballbesitz (0-2) | Bewertung 3 Gefährlichkeit (0/1) | Aktion |
|---|------------------------------|------------------------------------|--|-----------------|
| Vorgezogener Spieler (VM) | | 1 | - | hingehen |
| | | nicht 1 | - | Raum decken |
| Abwehrspieler auf den Halb- Positionen (VL und VR) | 3 | - | - | Kreis decken |
| | 2 | - | - | direkt decken |
| | 1 | 1 | - | hingehen |
| | | nicht 1 | - | offensiv |
| | 0 | - | - | offensiv |
| Abwehrspieler auf den Außenpositionen (AL und AR) sowie hinten am Kreis (HM) | 3 | - | - | Kreis decken |
| | 2 | - | - | direkt decken |
| | 1 | 0 | - | verschieben |
| | | 1 | - | raustreten |
| | | 2 | 1 | sichern |
| | | | nicht 1 | verschieben |
| | 0 | 0 | - | verschieben |
| | | 1 | - | defensiv decken |
| | | 2 | 1 | sichern |
| | | | nicht 1 | verschieben |

Hier wird eine Unterscheidung in drei positionsspezifische Verhaltensweisen getroffen, wobei diese Spieler zwei, vier bzw. sechs verschiedene Aktionen durchführen können.

8.3 Validierung des Modells durch Experten

Auch wenn die Modellerstellung in zwei Zyklen erfolgte und damit zwei Validierungen mit jeweils fünf Experten durchgeführt wurden, ist für die Beurteilung der Qualität des Modells nur die abschließende Bewertung von Bedeutung. Damit kann sich die Ergebnisdarstellung auf diesen abschließenden Zyklus beschränken.

Die Validierung versucht festzustellen, ob das entstandene Modell ein gutes Abbild der Wirklichkeit im Sinne seiner Zweckbestimmung ist. Für das vorliegende Modell und seine Simulation erfordert dies zu klären, ob ihre Anwendung tatsächlich zu einem verbesserten Verständnis abwehrtaktischen Verhaltens führt. Dies allerdings kann mit der erforderlichen Wissenschaftlichkeit nur im Rahmen einer prospektiven und kontrollierten Lernstudie erfolgen, was mit einem hohen zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden ist. Aber nicht nur aus diesen beiden Gründen scheidet die Durchführung eines Lernexperiments im Rahmen dieser Dissertation aus. Viel entscheidender ist, dass es in der aktuellen Entwicklungsstufe des Modells und der Simulation noch keinen Sinn machen würde, eine umfassende Validierung vorzunehmen. Vielmehr ist es angebracht, erste Erfahrungen in der Anwendung der Software zu machen und Rückmeldungen potentieller Anwender und Nutzer zu erhalten. Nur wenn diese positiv ausfallen und ggf. noch bestehende Schwächen eliminiert sind, könnte eine β -Version in einer umfassenden Lernstudie in Bezug auf die Erfüllung ihrer Zweckbestimmung validiert werden.

Von der Software im aktuellen Entwicklungsstand ist aber bereits jetzt zu fordern – und dies ist eine zwingend notwendige Voraussetzung für ihren zukünftigen Einsatz –, dass die Simulation das absprachegerechte Verhalten des Abwehrverbandes für beliebige Angriffsszenarien korrekt berechnet und darstellt.

Um zu überprüfen, wie weit dies umgesetzt werden konnte, wurde eine systematische Bewertung der Software durch Handball-Experten durchgeführt – mit dem konkreten Ziel, die Güte des simulierten Abwehrverhaltens zu quantifizieren. Die nachfolgenden Kapitel beschreiben Einzelheiten der gewählten Vorgehensweise und veranschaulichen die ermittelten Ergebnisse.

8.3.1 Auswahl der Experten

Da der Bestimmungszweck von SimTak ein Einsatz in der Vermittlung des Handballspiels ist, sind für die Evaluation Personen notwendig, die einer Handballtrainer- oder Handballlehrtätigkeit nachgehen – aktive bzw. ehemals aktive Handballspieler ohne Lehrerfahrung wären für diese Aufgabe nicht geeignet.

Die in Tabelle 10 aufgeführten Personen (zumeist Dozenten der Universität Augsburg) erfüllten alle das Kriterium angemessener Lehrerfahrung. Sie erklärten ihre Bereitschaft, als Experten an der geplanten Evaluation teilzunehmen.

Tab. 10: Experten, die an der Validierung teilnahmen

| Experte | Alter / Geschlecht | Handballerfahrung | Lehrerfahrung |
|---------|-----------------------|--|--|
| A | 36 / w | Bezirksliga | Handball-Trainerin |
| B | 66 / m | Norddeutscher Meister der A-Jugend, Oberligaspieler | Handball-Universitätsdozent |
| C | 37 / m | Oberliga (Jugend) Bezirksliga (Trainer sowie Aktiver) | Handball-Universitätsdozent B-Trainer, Lehrwart |
| D | 39 / m | Bezirksoberrliga | Handball-Universitätsdozent |
| E | 44 / m | ---- | Handball-Universitätsdozent, Schulsportlehrer |

8.3.2 Ablauf der Evaluation

Jeder der vorgenannten Experten nahm die Evaluation getrennt und nach einem standardisierten Protokoll vor. Insgesamt waren die von SimTak berechneten und angezeigten Abwehrbewegungen für insgesamt zehn ausgewählte Spielzüge der Angreifer zu bewerten (näheres zur Auswahl der Spielzüge siehe nachfolgendes Kap. 3.3.3, Einzelheiten zum Bewertungssystem siehe Kap. 3.3.4). Die Bewertung hatte für alle vier implementierten Abwehrarten (Manndeckung, 6:0-Deckung, 5:1-Deckung und 3:2:1-Deckung) zu erfolgen. Die Experten konnten die Abspielgeschwindigkeit nach persönlichem Wunsch einstellen lassen, begonnen wurde stets mit einer mittleren Geschwindigkeit (Reg-

ler auf 5). Die drei Intensitätsparameter (*Offensivgrad*, *Mann-/Ballorientiertheit*, *Bewegungsgeschwindigkeit* der Abwehrspieler) waren konstant auf einen mittleren Wert gesetzt (Regler auf 5) und konnten nicht verändert werden. Die Reihenfolge der Spielzüge und die Reihenfolge der Abwehrarten innerhalb der einzelnen Spielzüge wurden randomisiert. Zunächst konnten die Experten den ausgewählten Spielzug ohne Aktivität der Abwehrspieler betrachten. Dann erfolgte die eigentliche Bewertung, wobei es ihnen möglich war, die Sequenzen beliebig oft anzusehen, zu stoppen oder auch in unterschiedlicher Gesamtgeschwindigkeit ablaufen zu lassen.

Die Bewertung endete mit der Bitte um ein abschließendes Resümee, welches Aussagen zum persönlichen Gesamteindruck vom Programm, zu möglichen Verbesserungen, sowie zur bestgeeigneten Zielgruppe beinhalten sollte.

8.3.3 Auswahl der Spielzüge

Um jegliche Einflussnahme der Autorin zu vermeiden, wurden die zehn zu bewertenden Spielzüge durch eine neutrale Gruppe aktiver Handballer festgelegt. Von den aus ihrer Spielerfahrung bekannten und ausgewählten Spielzügen fertigten die Spieler Skizzen an und gaben zusätzlich schriftliche Erläuterungen ab.

Die zehn derart beschriebenen Spielzüge wurden anschließend als Eingabedatensätze für die Verwendung in SimTak aufbereitet. Wie in Abb. 64 auf S. 131 illustriert, können die dabei entstandenen Listen der Koordinaten von Angreifer und Ball in das Simulationsprogramm eingespielt werden und sind unabhängig von den Abwehrspielern und der ausgewählten Abwehrart. Die Spielzüge wurden nummeriert und mit Schlagwörtern betitelt. Eine Kurzbeschreibung gibt Tabelle 11.

Tab. 11: Spielzüge zur Beurteilung des Abwehrverhaltens

| Nr. | Bezeichnung | Kurzbeschreibung |
|-----|-----------------------------|--|
| 1. | Parallelstossen | Der ballbesitzende Angreifer bewegt sich auf die Lücke zweier Abwehrspieler und passt dann zum Nebenspieler. Der Außenspieler wirft auf das Tor. |
| 2. | Kreuzen ohne Ball | HM und RL bewegen sich ohne Ball in Richtung Tor, ihre Laufwege überschneiden sich. RL bekommt den Ball von RR und wirft auf das Tor. |
| 3. | Dreier-Wechsel | Der ballführende Rückraumspieler läuft leicht schräg Richtung Tor, der andere Rückraumspieler kreuzt hinter ihm und bekommt den Ball. Nach zwei Wechseln bekommt der sich anbietende Kreisspieler den Ball und wirft auf das Tor. |
| 4. | Rückraum-Mitte läuft quer | RM läuft mit Ball schräg nach links Richtung Tor, passt zu RL, dieser zu RR. RR stößt in die äußere Lücke, spielt dann den Ball zu RM, der quer vor der Abwehr heran läuft und dann auf das Tor wirft. |
| 5. | Rückraum-Rechts nach links | RM holt RA, dieser passt zum schräg herein laufendem RR, der Kreis bietet sich an, der Pass kommt aber zu dem heran laufenden RL, der auch aus vollem Lauf auf das Tor wirft. |
| 6. | Rückraum-Links bricht durch | RM läuft mit Ball auf Abwehr zu, Pass zu Kreisspieler, der vor der Abwehr nach rechts läuft und Pass zu RR gibt. Dieser wird gefährlich, der Pass kommt aber zu dem heran laufenden RL, der zwischen Kreisspieler und RR durchbricht und auf das Tor wirft. |
| 7. | Außenlauf | Der Ball wird von RL zu RM gespielt, dieser passt zu RR. Bei diesem Pass läuft LA vor der Abwehr parallel zum Kreis. RR wird gefährlich, der Pass kommt aber zum eingelaufenen LA, der kurz nach Passieren des eigenen Kreisspielers auf das Tor wirft. |
| 8. | Außenlauf mit Rückpass | Durchspielen von RM bis zu LA. Nach dessen Rückpass zu RL und während RL zu RM passt, läuft LA vor der Abwehr parallel zum Kreis bis über die Spielfeldmitte. RM spielt zu RL zurück, der sich nach außen orientiert hat und auf das Tor zu läuft und wirft. |
| 9. | langer Pass | Durchspielen von RM bis zu RA. Während RA zu RM spielt, läuft RR an der 9m-Linie bis zur anderen (linken) Spielfeldseite. Auch RM stößt nach links in die Lücke und legt für RL auf. Dieser wirft aber nicht selber aufs Tor, sondern spielt schnell einen langen Pass zu RA, der von sehr weit außen kommt, dann zum Kreis läuft und auf das Tor wirft. |
| 10. | Passfinte | Während RL zu LA und dieser wieder zu RL passt, läuft RA an der 9m-Linie bis über die Mitte ein. RL spielt RA an, läuft zur Mitte hin nah an RA vorbei in Richtung Tor. RA täuscht einen Pass zu RL an, spielt dann aber einen kurzen Pass zu RM, der auch ganz nah an RA außen vorbei kommt und dann hinter RA steil Richtung Tor läuft und auf dieses wirft. |

8.3.4 Bewertungssystem

Über eine Reihe von Probebefragungen konnte ein Bewertungssystem auf das vorliegende Evaluationsproblem angepasst und ausgetestet werden. Die in Tabelle 12 dargestellte sieben-stufige Ratingskala¹⁰ mit den zugehörigen Beschreibungen wurde den Experten vorgelegt und die Aufgabe formuliert „Bitte bewerte für jede Abwehrart und jeden der zehn Spielzüge das Gesamtverhalten der Abwehr auf einer sieben-stufigen Skala.“

Tab. 12: Skala zur Bewertung des „Gesamtverhaltens der Abwehrarbeit“

| Wert | Bezeichnung | Beschreibung |
|------|---------------|--|
| 1 | Optimal | stimmt alles, perfekt |
| 2 | fast optimal | stimmt fast alles, kleinste Abweichungen |
| 3 | eher gut | Abweichungen sichtbar, trotzdem in Ordnung |
| 4 | teils / teils | Unstimmigkeiten, aber noch akzeptabel, weder gut noch schlecht |
| 5 | eher schlecht | einzelne nicht akzeptable Unstimmigkeiten, etwas ist falsch |
| 6 | schlecht | mehrere Fehler, größere Mängel, einiges ist falsch |
| 7 | sehr schlecht | alles falsch, inakzeptabel |

Des Weiteren sollte angegeben werden, wie viele Spieler (mögliche Merkmalsausprägungen 0-6) sich falsch verhalten und wie schwerwiegend etwaige festgestellte Fehler sind (mögliche Merkmalsausprägungen 0-3, siehe Tab. 13).

¹⁰ Eine siebenstufige Skala wurde aus Gründen der Symmetrie und der etwas feineren Stufung im Vergleich zu dem Schulnotensystem oder einer fünf-stufigen Skala gewählt (vgl. Bortz, 1984, S. 118ff.).

Tab. 13: Skala zur Bewertung der „Schwere des Fehlers“

| Wert | Bezeichnung | Beschreibung |
|------|------------------|----------------------------------|
| 0 | alles richtig | - |
| 1 | minimaler Fehler | eines nicht beteiligten Spielers |
| 2 | mittlerer Fehler | bei beteiligter Gruppe |
| 3 | schwerer Fehler | hat Torerfolg als Konsequenz |

Zusätzlich zu diesen obligatorischen drei Bewertungen waren die Experten angehalten, Kommentare abzugeben, wobei diese vor allem jene Spieler betreffen sollten, bei denen ein Fehlverhalten in der Simulation identifiziert worden war. Dies war zu ergänzen durch Angaben, worin der Fehler bestand und wie die Abwehraktion korrekterweise hätte aussehen müssen.

8.3.5 Datenauswertung

Zur Auswertung kommen die Bewertungen zum Gesamtverhalten der Abwehr, die Anzahl der sich falsch verhaltenden Spieler sowie der Schweregrad etwaiger Fehler. Nachdem die Expertenstichprobe mit $n=5$ sehr klein war, kann nicht von einer Normalverteilung der abgegebenen Bewertungen ausgegangen werden. Darüber hinaus können sich Ausreißer (z. B. eine krasse Fehleinschätzung eines einzelnen Experten) dann unverhältnismäßig stark auf den Mittelwert auswirken, wenn dieser als arithmetischer Mittelwert berechnet wird. Für rangskalierte Daten und wegen seiner Resistenz gegen Ausreißer eignet sich dagegen der Median besonders gut als Lageparameter für nicht normalverteilte Grundgesamtheiten (vgl. Clauß & Ebner, 1989, S. 82). Aus diesem Grund kommt für die vorliegende Datenauswertung der Median zur Anwendung.

Die von den Experten abgegebenen Kommentare dienen der Spezifizierung auftretender Fehler. Dies war bei der Zwischenevaluation zur Erstellung des Modells von großer Bedeutung. Im Rahmen dieser abschließenden Validierung aber genügt eine einmalige zusammenfassende Betrachtung der Kommentare.

8.3.6 Ergebnisse

Die Urdaten der Expertenevaluation zur Frage nach dem *Gesamtverhalten der Abwehr* sind in Tabelle 14 zusammengestellt. In den Zeilen sind die zehn Spielzüge eingetragen, in den Spalten 2 bis 5 finden sich die zu bewertenden vier Abwehrarten. Die in jeder Zelle eingetragenen fünf Zahlen geben die abgegebenen Bewertungen der fünf Experten wider. Bewertungen mit den Ausprägungen *schlecht* (Rangwert 6) und *sehr schlecht* (Rangwert 7) sind rot hinterlegt. Bewertungen mit den Ausprägungen *teils/teils* (Rangwert 4) und *eher schlecht* (Rangwert 5) erhalten eine orange Hinterlegung. Alle anderen, für eine eher positive Bewertung stehenden Rangwerte 1, 2 und 3 sind grün eingefärbt.

Tab. 14: Einzelbeurteilungen der „Bewertung des Gesamtverhaltens der Abwehr“

| | Abwehrarten | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------|---|---|-------------|---|---|-------------|---|---|---------------|---|---|
| Spielzug | MD | | | 6:0-Deckung | | | 5:1-Deckung | | | 3:2:1-Deckung | | |
| SP 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 1 | 7 | | 1 | 1 | | 2 | 2 | | 1 | 7 | |
| SP 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 5 | 3 | 2 | 6 |
| | 2 | 1 | | 1 | 3 | | 5 | 1 | | 3 | 5 | |
| SP 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| | 2 | 2 | | 3 | 1 | | 1 | 4 | | 2 | 2 | |
| SP 4 | 6 | 1 | 1 | 3 | 1 | 5 | 1 | 1 | 6 | 2 | 1 | 6 |
| | 2 | 1 | | 2 | 4 | | 2 | 4 | | 2 | 2 | |
| SP 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 1 | | 1 | 1 | | 2 | 1 | | 4 | 1 | |
| SP 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 |
| | 2 | 1 | | 3 | 2 | | 1 | 1 | | 6 | 4 | |
| SP 7 | 5 | 1 | 5 | 1 | 1 | 6 | 5 | 1 | 5 | 5 | 2 | 6 |
| | 2 | 1 | | 2 | 1 | | 3 | 1 | | 5 | 2 | |
| SP 8 | 1 | 1 | 1 | 5 | 6 | 1 | 5 | 4 | 2 | 5 | 2 | 1 |
| | 1 | 4 | | 2 | 3 | | 1 | 3 | | 2 | 3 | |
| SP 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| | 1 | 1 | | 5 | 1 | | 2 | 1 | | 5 | 1 | |
| SP 10 | 3 | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 |
| | 6 | 3 | | 1 | 1 | | 5 | 4 | | 5 | 3 | |

Bereits diesen Urdaten sind eine Reihe aufschlussreicher Befunde zu entnehmen:

Genau 100 mal (50%) wird das gezeigte Abwehrverhalten mit 1 (*optimal – stimmt alles, perfekt*) bewertet. 157 der insgesamt 200 Bewertungen (78,5%) attribuieren die Simulation des Gesamtverhaltens der Abwehr positiv (Bewertungen 1, 2 und 3). 11 mal werden die Bewertungen *schlecht* und *sehr schlecht* abgegeben, wobei in keinem der Beobachtungseinheiten diese negativen Bewertungen mehrfach auftreten. Im Gegenteil – mit Ausnahme von 3 Fällen stehen einer negativen Bewertung mindestens 2mal eine 1 gegenüber. Besonders deutlich werden diese gegenläufigen Bewertungen bei Spielzug 1 mit der Manndeckung, bei Spielzug 7 mit 6:0 Deckung oder auch bei Spielzug 4 mit 3:2:1-Deckung.

Jeder der Experten gibt mindestens einmal eine solch schlechte Bewertung ab.

Als Kommentare werden bei diesen negativen Bewertungen angegeben:

- die Abwehrspieler werden *überlaufen* (Manndeckung),
- der Abwehrspieler kann dem einlaufenden Angreifer *nicht folgen*,
- in dieser Situation darf *kein Wechsel der Zuordnung* erfolgen (6:0-Deckung).

Durch die oben begründete Bildung der Mittelwerte als Mediane gehen die einzelnen extrem abweichenden Werte in die Berechnung der Lageparameter nicht ein. Die Tabelle 15 stellt die resultierenden Mediane aus den abgegebenen Bewertungen für das Gesamtverhalten der Abwehr bei den zehn Spielzügen und für die vier Abwehrarten zusammen.

Tab. 15: Mediane der „Bewertung des Gesamtverhaltens der Abwehr“

| Spielzug | Abwehrart | | | | Mittelwert |
|------------|-----------|-----|-----|-------|------------|
| | MD | 6:0 | 5:1 | 3:2:1 | |
| SP 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 |
| SP 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2,00 |
| SP 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1,75 |
| SP 4 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2,00 |
| SP 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 |
| SP 6 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2,00 |
| SP 7 | 2 | 1 | 3 | 5 | 2,75 |
| SP 8 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2,25 |
| SP 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 |
| SP 10 | 3 | 1 | 4 | 3 | 2,75 |
| Mittelwert | 1,4 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 1,85 |

Insgesamt wird das Abwehrverhalten mit 1,85 bewertet.

In genau der Hälfte der betrachteten Fälle ist der zentrale Kennwert 1. In einem Fall ist er 5 (eher schlecht - einzelne nicht akzeptable Unstimmigkeiten, etwas ist falsch) und zweimal 4 (teils / teils – Unstimmigkeiten, aber noch akzeptabel, weder gut noch schlecht).

Die am besten bewertete Abwehrart ist die Manndeckung mit 1,4. Die schlechtesten Bewertungen erhält die 3:2:1-Deckung mit 2,4.

Das Abwehrverhalten wird bei keinem Spielzug schlechter als 2,75, bei acht der zehn Spielzüge mit 2,0 oder besser und bei drei Spielzügen wird das Verhalten bei allen vier Abwehrarten mit 1 bewertet.

Neben der eher globalen Bewertung des Gesamtverhaltens interessiert auch die konkrete Anzahl der sich falsch verhaltenden Spieler. Tabelle 16 listet für diesen Kennwert die Mediane auf.

Tab. 16: Mediane der „Anzahl der sich falsch verhaltenden Spieler“

| Spielzug | Abwehrart | | | | Mittelwert |
|------------|-----------|-----|-----|-------|------------|
| | MD | 6:0 | 5:1 | 3:2:1 | |
| SP 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| SP 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1,25 |
| SP 3 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1,00 |
| SP 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0,75 |
| SP 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| SP 6 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1,00 |
| SP 7 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1,00 |
| SP 8 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0,75 |
| SP 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| SP 10 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1,00 |
| Mittelwert | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1,2 | 0,675 |

Im Durchschnitt verhalten sich 0,675 Spieler falsch.

In genau 50 Prozent aller betrachteten Szenen handeln alle Abwehrspieler korrekt. In keiner der vierzig Szenen verhalten sich mehr als zwei Abwehrspieler falsch.

Bei der Manndeckung agieren sie am besten, hier handeln bei sieben der zehn Spielzüge alle Abwehrspieler richtig. Bei der 3:2:1-Deckung treten die häufigsten Fehler auf. Hier verhalten sich bei der Hälfte der Spielzüge jeweils zwei Abwehrspieler falsch.

Bei drei Spielzügen handeln alle Abwehrspieler in allen Abwehrarten korrekt. Bei Spielzug Nummer zwei zeigen sich die häufigsten fehlerhaft agierenden Spieler, nämlich durchschnittlich 1,25.

Ein weiterer Kennwert zur Charakterisierung des fehlerhaften Verhaltens wird mit der *Schwere des Fehlers* angegeben. Tabelle 17 zeigt die Mediane dieser Beurteilungen.

Tab. 17: Mediane der „Schwere des Fehlers“

| Spielzug | Abwehrart | | | | Mittelwert |
|----------|-----------|-----|-----|-------|------------|
| | MD | 6:0 | 5:1 | 3:2:1 | |
| SP 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| SP 2 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1,25 |
| SP 3 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1,25 |
| SP 4 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1,25 |
| SP 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| SP 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,50 |
| SP 7 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1,00 |
| SP 8 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1,25 |
| SP 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| SP 10 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1,25 |
| Mittel | 0,4 | 0,5 | 1,0 | 1,2 | 0,775 |

Der mittlere Wert der Schwere des Fehlers beträgt 0,775.

In 50 Prozent der Fälle werden keine Fehler angezeigt. Die höchstmögliche Bewertung *Schwerer Fehler – hat Torerfolg als Konsequenz* wird für zwei Fälle abgegeben.

Bei der Manndeckung werden die gezeigten Fehler als am wenigsten schwer beurteilt (Mittelwert = 0,4), wogegen sie bei der 3:2:1-Deckung mit 1,2 am schwersten wiegen.

Bei keinem der Spielzüge liegt dieser Kennwert im Durchschnitt über 1,25.

8.3.7 Interpretation

Insgesamt wird das gezeigte Gesamtverhalten der Abwehr mit 1,85 bewertet. Das heißt, die Qualität der Modellierung des Abwehrverhaltens wird dem Bewertungssystem entsprechend mit den Begriffen *fast optimal – stimmt fast alles, kleinste Abweichungen* beurteilt. Auch die Ergebnisse, dass 50 Prozent der betrachteten Szenen das Abwehrverhalten als *optimal – stimmt alles, perfekt* be-

urteilt werden, und in diesen Fällen keiner der Spieler ein fehlerhaftes Verhalten zeigt, unterstützen dieses positive Urteil. Dass in 3 von 40 Fällen das Verhalten negativ beurteilt wird, kann angesichts der Komplexität des Modellierungsgegenstandes als eine durchaus hinnehmbare Quote angesehen werden.

Die einzelnen zum Teil sehr negativen Expertenbewertungen scheinen dieses klare Ergebnis zu relativieren. Die Kommentare bei diesen Ausreißern zeigen aber, dass sie mit ihren Bewertungen ein ungenügendes Abwehrverhalten beurteilen – nicht aber die Qualität der Modellierung dieses Abwehrverhaltens. Zum Beispiel wurde bei Spielzug Nummer 7 für die 6:0-Deckung die mit 6 abgegebene Bewertung (*schlecht - mehrere Fehler, größere Mängel, einiges ist falsch*) wie folgt kommentiert: „... in dieser Situation darf kein Wechsel der Zuordnung erfolgen“. Hiermit wird gefordert, für diesen konkreten Fall das grundlegende Prinzip der Zuordnung der 6:0-Deckung nicht mehr anzuwenden. In der Realität wird möglicherweise vereinbart, in bestimmten Situationen von den Prinzipien eines Abwehrsystems Abstand zu nehmen. Bei der Schulung des Abwehrverhaltens sollen aber eben diese Prinzipien gezeigt werden und es ist daher als positiv zu bewerten, wenn die Schwächen der Abwehr offensichtlich werden. Die anderen vier Experten stimmten dem zu, denn sie bewerten die Güte der Modellierung bei dem oben erwähnten Spielzug nicht mit 6 (*schlecht*) sondern mit 1 (*optimal*) bzw. 2 (*fast optimal*). Ähnlich verhält es sich bei anderen negativen Bewertungen. Es sind Situationen, in denen die Unterlegenheit der Abwehr sichtbar wird, nicht aber die Qualität der Modellierung mangelhaft ist. Diese und ähnliche Betrachtungen zur Beurteilung des Abwehrverhaltens wurden in Kapitel 4.1.2 ausgeführt. Weitere Aspekte der Problematik dieser Expertenbewertung werden in Kapitel 10.2 diskutiert.

Bezüglich der Abwehrarten kann festgehalten werden, dass die Manndeckung am besten modelliert werden konnte, gefolgt von der 6:0-Deckung. Die 3:2:1-Deckung ist mit den meisten Fehlern behaftet.

Bezüglich der Spielzüge ist eine Interpretation schwierig. Aus den Ergebnissen kann bislang nicht abgeleitet werden, welche Prinzipien einen Spielzug auszeichnen, der Fehler im Modell besonders gut aufdeckt, bzw. bei welchen gene-

rellen Angriffskonstellationen das modellierte Abwehrverhalten besonders fehlerbehaftet ist.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass nach Meinung dieser Experten das Abwehrverhalten *fast optimal* modelliert und simuliert ist. Dabei wird die Manndeckung *optimal* abgebildet, bei den anderen Abwehrarten *stimmt fast alles* und es bestehen nur *kleinste Abweichungen*.

9 Einsatz der Simulation in der Lehre

Die im Rahmen dieser Arbeit erstellte Simulation soll das Lernen und Verstehen der komplexen Vorgänge des Abwehrverhaltens im Hallenhandball unterstützen. Zum einen könnte der interaktive Umgang der Lernenden mit der Software das explorative Lernen fördern. Zum anderen aber liegt der Vorteil der Simulation im Vergleich zu statischen Medien auch besonders in der dynamischen und in vielerlei Hinsicht veränderbaren Darstellungsweise der simultan ablaufenden Vorgänge im Abwehrverband. Diese Eigenschaften prädestinieren sie, um als Anschauungsmaterial von einem Lehrenden zur Unterstützung seiner Vermittlung eingesetzt zu werden. Ob diese Eignung wirklich besteht, ist Ziel dieses Kapitels. Zunächst erfolgt hierfür eine beschreibende Beobachtung des Unterrichtsverhaltens einer Gruppe Studierender, bei denen SimTak zur Einführung in einer Praxisstunde eingesetzt worden war (Kapitel 9.1). Dieser Beobachtung folgt in Kapitel 9.2 eine ausführlichere Analyse des Lernverhaltens bei einem Einsatz von SimTak im Rahmen einer Theorieveranstaltung.

9.1 Erfahrungen im Praxisunterricht

Inhalt der Praxisausbildung der Sportlehrer im Fach Handball ist unter anderem das Abwehrverhalten, beginnend mit dem Kennenlernen der verschiedenen Abwehrsysteme bis hin zur situationsangepassten Eigenrealisation im Spielgeschehen. In der Beobachtungsstunde wurde in der mit Rechner und Beamer ausgestatteten Sporthalle insgesamt lediglich fünf Minuten lang die verschiedenen Abwehrsysteme mittels SimTak vorgestellt. Dabei wurde besonders Wert auf die dynamische Betrachtungsweise zum Verständnis des Gesamtsystems gelegt, sowie auf die vergleichende Betrachtung der Abwehrsysteme. Anschließend wurde auf mehreren Kleinfeldern *Vier gegen Vier* gespielt mit der Aufgabe, bei verschiedenen Abwehrsystemen einen Torerfolg der gegnerischen Mannschaft zu verhindern. Probleme, die sich bei der Realisierung ergaben, wurden aufgegriffen und bei Bedarf mit SimTak veranschaulicht.

Im Gegensatz zu bisherigen Einführungen ohne SimTak waren weniger inhaltliche Erklärungen zu den Abwehrsystemen notwendig. Stattdessen erfolgten nur

Hinweise zur Fokussierung, also Anregungen, unter welchem Aspekt das Dargestellte jeweils betrachtet werden sollte. Die registrierten Kommentare der Studierenden offenbarten, dass sie sehr viel verstanden hatten und es entstand – ohne dass dies initiiert worden war – eine Diskussion auf recht hohem Niveau zu den Vor- und Nachteilen der Abwehrsysteme sowie zu den konkreten Aufgaben einzelner Spieler.

Bemerkenswert war auch die erste Umsetzung auf dem Spielfeld. Alle Studierenden handelten von Anfang an deutlich zielgerichteter als dies bislang der Fall war. So war in früheren Lehrveranstaltungen immer wieder zu beobachten, dass Lernende in diesem frühen Lernstadium planlos agierten oder sogar handlungsunfähig und frustriert ihre Überforderung zugaben. Hier aber schien sich jeder seiner Rolle im Gesamtsystem bewusst zu sein und bemühte sich, diese Aufgaben zu erfüllen.

Die bei der Umsetzung auftretenden Probleme betrafen selten triviale Entscheidungs- oder Ausführungsprobleme einzelner Spieler. Wenn doch, dann konnten die Mitspieler ihre Kollegen korrigieren und es wurde deutlich, dass sie bei ihren Erklärungen das dynamische Bild von SimTak vor Augen hatten. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, dass bereits Problem sehr komplexer Natur und Problemfelder zur Vertiefung der Materie diskutiert wurden. Dabei kam die Aufforderung eher von Seiten der Studierenden, dies doch noch einmal mit SimTak genauer zu analysieren.

Auch wenn diese Beobachtungen lediglich im Rahmen einer einzelnen Unterrichtseinheit gemacht worden sind und daher keine Allgemeingültigkeit besitzen, waren sie doch so eindeutig, dass ein erstes positives Fazit für den Einsatz von SimTak im sportpraktischen Unterricht gezogen werden kann – das Verständnis für die Abwehrarten dürfte gesteigert und die konkrete Eigenrealisation auf dem Spielfeld beschleunigt werden. Aber auch beim Erarbeiten vertiefter Inhalte, beim weiteren Diskutieren und problemorientierten Lehren, dürfte der Einsatz der Simulation in der Sporthalle sehr hilfreich sein. Ob sich das Programm auch für die Anwendung im Rahmen von theoretischen Lehrveranstaltungen eignet, ist Gegenstand des folgenden Kapitels.

9.2 Einsatz der Simulation im Theorieunterricht

9.2.1 Methode

In der Sportlehrerausbildung der Universität Augsburg wird in der Vorlesung *Sportspiele* unter anderem auch das Abwehrverhalten im Hallenhandball thematisiert. Damit bietet sich diese Lehrveranstaltung für eine Überprüfung der Eignung von SimTak im Theorieunterricht an. Die Teilnehmer dieser Vorlesung wurden in 2 Gruppen geteilt. Die Versuchsgruppe erhielt eine 45-minütige Unterrichtseinheit mit SimTak, der Kontrollgruppe wurde der gleiche Unterrichtsstoff mit einer üblichen PowerPoint-Präsentation dargeboten. Das erreichte Verständnis der Studierenden für das Abwehrverhalten wurde in Form einer Klausur direkt nach der Lehrveranstaltung abgeprüft¹¹. Die Klausur war unangekündigt und enthielt insgesamt fünf Fragen, davon drei Wissens- und Verständnisfragen sowie zwei Transferaufgaben. Die vollständige Klausur ist dem Anhang beigelegt.

Da die Untersuchung mit Kontrollgruppe konzipiert war und im laufenden Lehrbetrieb erfolgen sollte, erforderte das zeitgleiche Abhalten der Lehrveranstaltungen für die beiden Gruppen zwei Dozenten. Der üblicherweise lehrende Dozent und Handballlehrer hielt die Vorlesung mit einer von der Testleiterin vorbereiteten Power-Point-Präsentation mit eingebundenem Video und Grafiken. Die Testleiterin selbst lehrte mit SimTak.

Um Verzerrungen zu minimieren, die sich aufgrund der unterschiedlichen Lehrpersonen ergeben könnten, wurden die Inhalte und die Art des Unterrichtens vorab aufeinander abgestimmt und explizite Absprachen getroffen. Beide Dozenten hatten die Klausur mit Musterlösung während des Unterrichtes vorliegen und die Vorgabe, diese Inhalte konkret anzusprechen.

Die beiden Testgruppen bestanden aus jeweils $n=6$ Personen, wovon jeweils 4 Personen weiblichen und 2 Personen männlichen Geschlechts waren.

¹¹ Die Behaltensleistung wurde durch eine sehr ähnliche Klausur 2 Wochen später nochmals abgeprüft. Leider betrug die Ausfall-Quote in einer Gruppe 50%, weshalb Schlussfolgerungen in Bezug auf die Behaltensleistung nicht abgeleitet werden konnten.

Um die Teilnehmer bezüglich ihrer Vorerfahrung einschätzen und dies gegebenenfalls in der Auswertung berücksichtigen zu können, wurden die Teilnehmer gebeten, ihr Vorwissen auf einer 5-stufigen Skala selbst zu beurteilen. Da alle ihr Vorwissen mit *gering* (zweite Stufe) angaben¹², erübrigte sich eine Homogenisierung bzw. Klassifizierung in Bezug auf diese Störvariable.

Der Schwerpunkt der Unterrichtseinheit lag auf dem Vergleich verschiedener Abwehrformationen sowie der dabei möglichen Aktionen der Abwehrspieler. Begonnen wurde mit einem kurzen Videoausschnitt der deutschen Nationalmannschaft, bei dem das Abwehrverhalten und die unterschiedlichen Aktionen der Abwehrspieler als Reaktion auf die Handlungen der Angreifer deutlich zu erkennen waren. Es folgten Informationen zu den unterschiedlichen Abwehrarten und zu den zugehörigen Grundpositionen der Abwehrspieler. Dann wurden die möglichen Aktionen der Abwehrspieler genauer vorgestellt und deren Einsatz bei einem ausgewählten Spielzug sowie einer ausgewählten Abwehrart näher betrachtet. Am Ende der Veranstaltung wurde die zehnminütige, nicht angekündigte Klausur abgehalten.

Um jegliche Beeinflussung bei der Korrektur zu vermeiden, wurden die Klausuren durch die Studenten mit einem Pseudonym versehen. Die Liste mit der Zuordnung von Pseudonym zu den Namen wurde verschlossen bis nach der Korrektur aufbewahrt. Alle Klausuren wurden verdeckt eingesammelt und vor Einsicht vermischt. Die Korrektur erfolgte durch die Testleiterin anhand der vorher aufgestellten Musterlösung.

9.2.2 Ergebnisse

Um das gemessene *Verständnis* mit den zwei Kategorien *Wissen* und *Transfer* gleichwertig darstellen zu können, werden die Klausurergebnisse jeweils als Prozentzahlen der maximal erreichbaren Punktwerte angegeben. Abbildung 73 zeigt die Klausurergebnisse für die beiden Gruppen, einmal als Gesamtleistung und dann aufgeschlüsselt für die beiden Kategorien.

¹² Die Vorerfahrung bezüglich dieses Themas beschränkte sich auf den Besuch der vorangegangenen Lehrveranstaltung mit hinführendem Inhalt sowie die in der Sportpraxis-Ausbildung gemachten Erfahrungen.

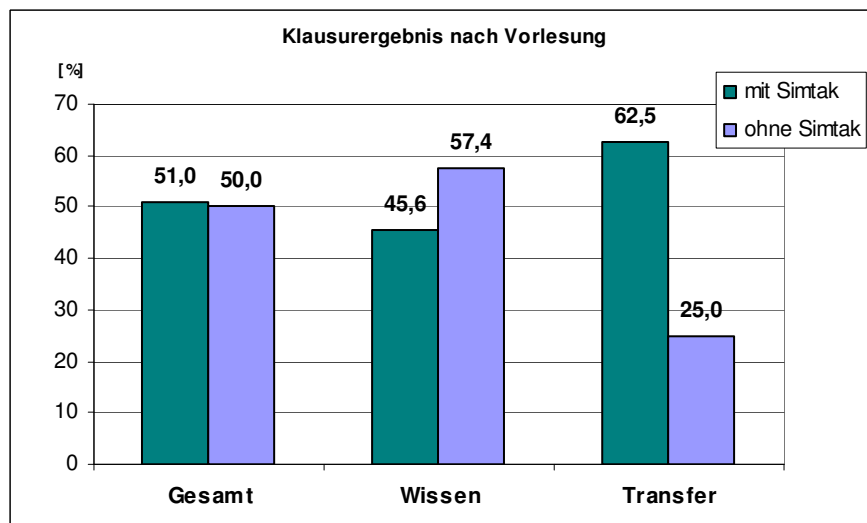


Abb. 73: Klausurergebnis nach einer Lehrveranstaltung mit bzw. ohne den Einsatz von SimTak

In der relativen Gesamtpunktzahl unterschieden sich die zwei Gruppen nur geringfügig, beide Gruppen erreichten etwa 50 % der maximal erreichbaren Punkte. In der Kategorie *Wissen* lagen die Werte der Gruppe, in deren Unterricht SimTak zum Einsatz kam, mit 45,6 % unter denen der in der herkömmlichen Form unterrichteten Gruppe (57,4 %). Bei den Transferaufgaben lagen die Werte der SimTak-Gruppe mit 62,5 % signifikant ($\alpha = 0.05$; t-Test für abhängige Stichproben) über denen der Kontrollgruppe, die hier nur 25% der maximal möglichen Punkte erreichte.

Fazit: Das Verständnis der Studierenden für das Abwehrverhalten scheint mit beiden Lehrmitteln in gleichem Maße geschult zu werden, wenn *Verständnis* undifferenziert betrachtet wird. Die Studie scheint aber darauf hinzudeuten, dass das Verständnis im Sinne des Transfers mit SimTak besser geschult werden kann als mit herkömmlichem statischen Anschauungsmaterial.

Hier sollten zukünftige Lernstudien ansetzen und in diesen sorgfältig auf eine differenzierte und umfassende Operationalisierung des Konstrukts *Verständnis* geachtet werden.

10 Diskussion

Es wurden ein Modell und eine Simulation entwickelt, die das optimale absprachegerechte Abwehrverhalten im Handball darstellen. Nach Meinung von fünf Experten gibt dieses System das Abwehrverhalten *fast optimal* wieder und ein erster Einsatz des Systems im Unterricht lässt auf eine gute Wirkungsweise bezüglich des Lernens und Verstehens des Abwehrverhaltens schließen.

Inwieweit diese Aussagen gerechtfertigt sind und welche Vereinfachungen, Beschränkungen, Grenzen und Möglichkeiten das Modell und die Simulation aufweisen, wird im Folgenden diskutiert.

10.1 Modell und Simulation

Ein komplexes autonomes System (wie hier das Sportspiel Handball) in einen computerlesbaren Code, also in eine Maschinensprache, abzubilden, kann nicht vollkommen gelingen, solange die Wechselwirkungen innerhalb des Regelkreises Perzeption – Kognition – Aktion (hier die Wahrnehmung – Entscheidungskette – Aktion der Handballspieler) nicht umfassend verstanden und beschrieben sind. Trotz vieler neuer Erkenntnisse in der jüngsten Zeit aus der Neurowissenschaft und aus der Motorikforschung bestehen hierzu jedoch noch erhebliche Wissenslücken und die Modellierung des Verhaltens im Sportspiel steht daher erst am Anfang.

Nun hatte das zu entwickelnde Modell jedoch nicht das Ziel, die Realität des Handballspiels abzubilden, sondern es verfolgte die Intention, die den Abwehrsystemen zugrundeliegenden Regeln zu veranschaulichen. Mit dieser Zweckbestimmung – Einsatz in der Lehre – war es aus didaktischen Gründen sinnvoll, auf bestimmte Eigenschaften des Realsystems ganz bewusst zu verzichten und stattdessen ein in der Wirklichkeit in dieser Reinform nie auftretendes optimales absprachegerechtes regelbasiertes Abwehrverhalten der Modellentwicklung zu Grunde zu legen. Insofern ist die Modellierungsaufgabe in dieser Arbeit nicht die Abbildung der Realität, sondern die Abbildung einer *Ersatzwirklichkeit*. Bei der Frage nach der externen Validität des entwickelten Modells und seiner Simulation darf also nicht das Realsystem als Referenz dienen. Dieses ist geprägt

durch ständige unscharfe Entscheidungen, viele kleinere und manche größere Verhaltensfehler und – damit verbunden – erfolgreiche und weniger erfolgreiche Korrekturen. Die für die vorliegende Arbeit gültige Ersatzwirklichkeit ist stattdessen fehlerfrei, weil ihr die Regeln des optimalen absprachegerechten Abwehrverhaltens zugrunde liegen. Wie weiter unten im Kapitel 10.2 (Validierung durch Experten) noch diskutiert wird, scheint den Experten bei der Beurteilung des Modells genau diese Differenzierung schwer gefallen zu sein und sie konnten sich offensichtlich nicht immer von dem in ihrer Vorstellung existierenden Real-system lösen.

Hinzu kommt der Aspekt der Nachvollziehbarkeit des Gezeigten, der für Lernende von besonderer Bedeutung ist. Aus ihm leitet sich die Forderung nach Eindeutigkeit der Regeln ab.

Der erste Abschnitt der nachfolgenden Diskussion wird sich daher mit den Unterschieden zwischen der beobachtbaren *Spielwirklichkeit* und der im Modell abgebildeten *Ersatzwirklichkeit* befassen. Im zweiten Abschnitt des Kapitels werden die Defizite des Modells und in einem dritten einige kritische Aspekte der Simulation reflektiert.

10.1.1 Vergleich Spielwirklichkeit – Ersatzwirklichkeit

Bezüglich der Menge wirksamer Informationen und des Einflusses äußerer Störungen unterscheiden sich Ersatz- und Spielwirklichkeit erheblich. Ein Unterschied besteht darin, dass die *Modell-Abwehrwehrspieler* – im Gegensatz zu den realen Abwehrspielern – keinerlei Einflüssen von außen, wie z. B. Zuschauerrufen oder Traineranweisungen, ausgesetzt sind. Dazu kann das Modell eine Ersatzwirklichkeit abbilden, in der konstante Bedingungen vorherrschen und Ermüdung, Aufmerksamkeit, Verletzungen, psychische Einflüsse keine Rolle spielen.

Weiterhin verfügen die Abwehrspieler im Modell über eine *perfekte Wahrnehmung*. Es besteht keine Verzögerung bei den Wahrnehmungsprozessen und es gibt keine Aufmerksamkeitsfehler, keine Sichtbehinderungen und keine Sichtfeldbegrenzung. Daher werden – im Gegensatz zur Spielwirklichkeit – alle Angreiferaktionen (wie z. B. das Einlaufen von Außen oder Handlungen des Krei-

ses hinter dem ihm zugeordneten Abwehrspieler) vollständig wahrgenommen – völlig gleichgültig wo sie stattfinden. Dies führt dazu, dass Wurf- und Passfinten¹³ der Angreifer keine Wirkung erzielen (im Gegensatz zu Lauffinten; vgl. Kapitel 6.2.1.6). Die Abwehrspieler machen auch keine Fehler in Bereich der *Kognition*, also der Auswahl der angemessenen Aktion. Im Modell ist den Abwehrspielern aus Gründen der Eindeutigkeit kein Spielraum für alternative, vom Üblichen abweichende Handlungen gegeben, wie dies in der Spielwirklichkeit durchaus vorkommt, wenn sich Spieler Überraschungseffekte zu Nutze zu machen wollen. Auch lässt das Modell kein antizipatives Verhalten zu, weshalb es weder ein *Spekulieren* noch ein bewusstes *Auslassen* eigentlich erforderlicher Aktionen gibt. Die Freiheit, solche Überlegungen mit einzubeziehen, haben die Abwehrspieler im Modell nicht.

Aus dem Prinzip der Eindeutigkeit folgen auch für die modellierten *Aktionen* Unterschiede zur Spielwirklichkeit. Soll sich der Abwehrspieler beispielsweise bis zum einem bestimmten Punkt bewegen, so tut er dies in der Simulation auf direktem Weg. In der Realität wird er möglicherweise jedoch behindert und er kann diese Aktion nur in abgeänderter Form ausführen, indem er sie beispielsweise etwas zeitlich verzögert oder indem er einen Bogen läuft.

10.1.2 Vergleich Ersatzwirklichkeit – Modell

Die bisherigen Ausführungen haben die Abweichungen zwischen der Wirklichkeit des realen Handballspiels und der der Modellbildung zugrunde liegenden Ersatzwirklichkeit besprochen. Die nun folgenden Betrachtungen widmen sich der Frage, welche Defizite und welche Einschränkungen das Modell in Bezug auf die Abbildung dieser Ersatzwirklichkeit aufweist.

Bei den vier in die Modellentwicklung aufgenommenen *Abwehrformationen* handelt es sich um solche, deren Regelbasis noch vergleichsweise einfach und somit für Lernende noch gut zu verstehen ist. Die abgegebenen Bewertungen der Experten bestätigen die bekannte Tatsache, dass die Modellgüte mit stei-

¹³ Spielzug Nummer 10 der Validierung enthält als Schlüsselement eine Passfinte. Die Passfinte als solche ist aus den oben beschriebenen Gründen nur in der Realität wirksam. Als Täuschung dient hier aber das Anlaufen eines Mitspielers in Richtung Tor, der den Pass auch erhalten könnte.

gender Komplexität des Modellierungsgegenstandes abnimmt. Im vorliegenden Fall zeigt sich dies darin, dass das simulierte Abwehrverhalten bei den komplexeren Abwehrformationen 5:1 und 3:2:1 trotz des deutlich größeren Entwicklungsaufwandes am Ende immer noch mehr Schwächen aufweist, als die einfachen Abwehrformationen. Vor diesem Hintergrund ist es zumindest fraglich, ob noch komplexere Abwehrformationen (z. B. eine 4:1+1-Abwehr) mit den hier entworfenen Teilmodellen ausreichend valide abgebildet werden könnten. Sicher ist, dass der Aufwand hierfür exponentiell ansteigen würde und eine noch umfassendere Entscheidungskette notwendig wäre – mit dem unsicheren Ausgang, dass sich aufgrund der mächtigen Entscheidungsketten die Modellfehler potenzieren (Fehlerketten). Aus diesem Grund wurde die Modellkomplexität ganz bewusst beschränkt und lediglich die vier elementaren Abwehrformationen als Modellgegenstand gewählt.

Eine weitere Einschränkung des Modells gegenüber der Ersatzwirklichkeit betrifft den Bereich der *Sonderabsprachen*. Eine solche könnte z. B. sein, einen sehr wurfstarken Angreifer über das allgemeine Regelsystem hinausgehend *besonders offensiv zu decken*. Im aktuellen Entwicklungsstand des Modells sind derartige Sonderabsprachen noch nicht enthalten. Hauptgrund hierfür ist, dass ihre Implementierung aus methodisch-didaktischen Gründen umfangreiche Erklärungen und graphische Darstellungen auf der Benutzeroberfläche notwendig machen würde, denn Sonderabsprachen heben nun mal das Prinzip der Eindeutigkeit auf. Trotzdem wäre eine solche Erweiterung des Modells sehr interessant, denn es würde den Bereich des Analysierens des Abwehrsystemverhaltens eröffnen. So könnte dann beispielsweise beobachtet werden, wie sich das Verhalten der Abwehr verändern muss, wenn ein Spieler einen von der Regelbasis abweichenden Deckungsauftrag erhält.

Eine gewisse Unvollständigkeit des Modells ist auch dadurch gegeben, dass nicht alle in Kapitel 5.2 (Wissenserhebung – Abwehrverhalten) beschriebenen Aktionen in das Modell implementiert worden sind. Dies ist damit begründet, dass sich einige Aktionen bereits aus den modellierten Verhaltensweisen ableiten lassen. So ergibt sich beispielsweise das *Einordnen* (Wiedereinfügen in den Abwehrverband nach dem *Heraustreten* oder *Sichern*) direkt aus der neuen Position des *Defensiv Deckens* und muss daher nicht gesondert modelliert werden.

Dann gibt es aber auch Aktionen und Spielweisen, die aus anderen Gründen nicht im Modell enthalten sind. Es sind zunächst diejenigen zu nennen, die darauf abzielen, die Angreifer nicht „ins Spiel“ kommen zu lassen und die somit das Angreiferverhalten beeinflussen. Hierzu zählen die *antizipative Spielweise*, sowie die Aktionen *Bälle abfangen* und *Abdrängen*. Nun ist das entstandene Modell jedoch so konzipiert, dass es die regelgerechte Reaktion der Abwehrspieler auf das Verhalten der Angreifer abbildet, nicht jedoch umgekehrt etwaige Reaktionen der Angreifer auf das Verhalten der Abwehrspieler. Daher soll und kann die Simulation weder die *antizipative Spielweise* noch die beiden Aktionen *Bälle abfangen* und *Abdrängen* darstellen. In den Vorschlägen zur Weiterentwicklung des Systems (siehe Kapitel 11.2 Ausblick – Entwicklung des Systems) wird auf diese Spiel- und Verhaltensweisen aber nochmals eingegangen.

Eine weitere nicht implementierte Verhaltensweise ist die gruppentaktische Maßnahme *Helfen*, die in Kapitel 5.2.2 beschrieben ist. In der Spielwirklichkeit ist *Helfen* dann notwendig, wenn ein Abwehrspieler von seinem persönlichen Angreifer, z. B. durch eine Finte, ausgespielt worden ist und dadurch eine akute Gefahr für einen Torwurf besteht. Es ist wichtig, diese Situation genauer zu betrachten. Zunächst ist festzuhalten, dass es nur zwei Ursachen für ihr Entstehen gibt. Das Angreiferspiel hat – obwohl die Abwehr völlig regelkonform agierte – aufgrund der systembedingten Überlegenheit der Angreifer (siehe hierzu die Ausführungen in Kapitel 4.1.2) den freien Raum *erarbeitet* oder aber ein Abwehrspieler hat sich nicht an die vorgegebenen Regeln gehalten. Nachdem die Abwehrspieler im Modell hundert Prozent regelkonform agieren, kommt Letzteres als Ursache natürlich nicht in Betracht. Das Erstere jedoch ist in einzelnen Situationen in der Simulationen zu beobachten¹⁴ und ein Indiz dafür, dass die in das Modell implementierte individualtaktische Regelbasis – genau wie auch in der Spielwirklichkeit – an ihre Grenzen kommen kann. Für den anvisierten Zweck eines Schulungsmediums ist dieses Modellverhalten optimal, denn es zeigt die Konsequenzen eines guten Angriffspiels nachvollziehbar auf. Für eine

¹⁴ Die Experten haben vereinzelt solche Situationen erkannt, sie aber nicht als Fehler des Modells gewertet, weil ihnen aus der *Entstehungsgeschichte* die Zwangsläufigkeit der Situation klar war.

optimierte Abbildung der Spielwirklichkeit wäre die Komponente *Helfen* jedoch sicher notwendig. *Helfen* zu implementieren würde aber zwangsläufig bedeuten, dass die Regelbasis aufgegeben und eine Modellebene realisiert wird, die übergeordnete Eingriffe erlaubt. Im konkreten Fall ist *Helfen* ein solches „Notprogramm“, für welches die normalen Regeln der Abwehrformation – zum Beispiel die der Zuordnung – nicht mehr gelten und dafür andere, möglicherweise ganz einfache Regeln in Kraft treten.

10.1.3 Kritische Aspekte der Simulation

Gegenstand dieses Abschnitts ist die Analyse bestehender Unzulänglichkeiten der vorgelegten Simulation. An erster Stelle dieser Betrachtung stehen das *Angreiferverhalten* und dessen Abbildung in der Simulation. Da die graphische Darstellung des Angreiferverhaltens lediglich dem Zweck dient, dem Anwender die dynamischen Abläufe des Abwehrverhaltens bewusst zu machen, genügt eine rudimentäre Abbildung in der Simulation. So wird beim automatischen Durchspielen der Pass immer zum nächsten Angreifer gespielt, selbst dann, wenn dieser von Abwehrspielern *bedrängt* wäre. Die Variante, nur *freie* Angreifer anspielen zu lassen, wurde im Verlauf der Modellentwicklung zwar getestet, aber dann nicht weiter verfolgt, da sie den Spielfluss verringerte. In der Realität wird dagegen der Spielfluss beibehalten, indem sich die Angreifer kurz vor einem möglichen Anspiel aktiv von ihren Abwehrspielern wegbewegen oder indem Pässe in den freien Raum gespielt werden. Auch das *Stoßen* ist bislang nur stets gerade in Richtung Tor realisiert. Diese Bewegung sollte jedoch genauer, nämlich in die Lücken zwischen zwei Abwehrspielern erfolgen. Diese Verhaltensweisen der Angreifer zu modellieren wäre durchaus möglich und auch ausgesprochen interessant – im Ausblick (Kapitel 11.2) wird dieser Gedanke nochmals aufgenommen und in einen größeren Kontext gestellt.

Ein weiterer erkennbar kritischer Punkt der Simulation betrifft die Repräsentation des *Ballverhaltens*. Das Verhalten des Balles wurde konsequent so modelliert, dass er sich aus methodisch-didaktischer Sicht optimal bewegt, z. B. grundsätzlich sein Ziel findet und daher in der Simulation sogar dem Angreifer in einem Bogen „hinterher fliegt“, wenn sich der Fänger während des Ballfluges fortbewegt. Dies ist zum Erhalt des Spielflusses im Sinne des Modellzwecks

zwar sinnvoll, aber mitnichten realistisch¹⁵. Um Ballverhalten realistisch abbilden und dann simulieren zu können wären hier erhebliche Erweiterungen erforderlich. Diese müssten vor allem auch dann vorgenommen werden, wenn weitere Abwehrmaßnahmen wie das *Bälle abfangen* hinzugenommen werden sollen. Hier muss der Abwehrspieler die Flugbahn des Balles berechnen, um seine Chance zum Erreichen des Balles im Flug einschätzen zu können. Dies ist derzeit nicht möglich aber auch nicht nötig.

Bezüglich der Umsetzung und der grafischen Darstellung in der Simulation gibt es noch weitere diskussionswürdige Punkte.

Ein gelegentlich moniertes Defizit der Simulation betrifft die fehlende graphische Darstellung der Schulterachse der Spieler, die eine Information über deren aktuelle Körperausrichtung bzw. Blickrichtung liefern würde. Es wurde versucht, diese durchaus sinnvolle Forderung umzusetzen. Die zur Verfügung stehenden mathematischen Möglichkeiten der Entwicklungsumgebung ließen aber hierfür keine optimale Lösung zu. Darüber hinaus offenbarten die ersten Versuche aber auch, dass diese Hinzunahme graphischer Informationen das Gesamtbild des Systems deutlich verschlechterte. Da außerdem die genaue Ausrichtung der Körperachse der Abwehrspieler für die derzeit implementierten Aktionen nicht zwingend von Bedeutung und die Hinweise in der Literatur zur Blickrichtung hierzu auch sehr vage sind – wie etwa *...der Abwehrspieler muss sowohl seinen Angreifer sowie den Ball bzw. das gesamte Spielgeschehen im Blick haben* – wurde die Idee der Schulterachse nicht weiter verfolgt. Für zukünftige Versionen der Simulation die antizipatives Verhalten enthalten sollen, ist es jedoch erforderlich diesen Ansatz wieder aufzunehmen.

Anlass zur Diskussion mit den Experten waren Konstellationen auf dem Spielfeld der Simulation, in denen sich die Punkte überlappen. Manche Experten schätzten diese Häufung an Spielern als unrealistisch ein und forderten, dass in einem solchen Fall die Simulation stoppen müsse, da ihrer Ansicht nach ein

¹⁵ Das *Hinterher-Fliegen* des Balles wird in der Simulation besonders deutlich, wenn der Anwender vom Modus *Beliebiges-Bewegen-der-Angreifer* Gebrauch macht und dabei die Angreifer während des Ballfluges stark verschiebt. Die sich in diesem Fall ergebende gekrümmte Flugbahn des Balles trägt zwar zunächst zur Belustigung bei, wird aber schon bald als sehr praktisch angesehen.

Foul vorläge oder der Ball abgenommen würde. Diese Annahmen scheinen auf den ersten Blick gerechtfertigt zu sein, aber die Betrachtung der Abbildung 74 (links die Realität und rechts die entsprechende Szene, wie die Simulation sie darstellen würde) zeigt eine typische Situation, aus der heraus ein Tor erzielt wurde. Derartige Konstellationen mit Überschneidungen sind häufig und der Torerfolg zeigt, dass derselbe Ort zweier Spieler alleine kein Kriterium zum Abbruch sein darf.

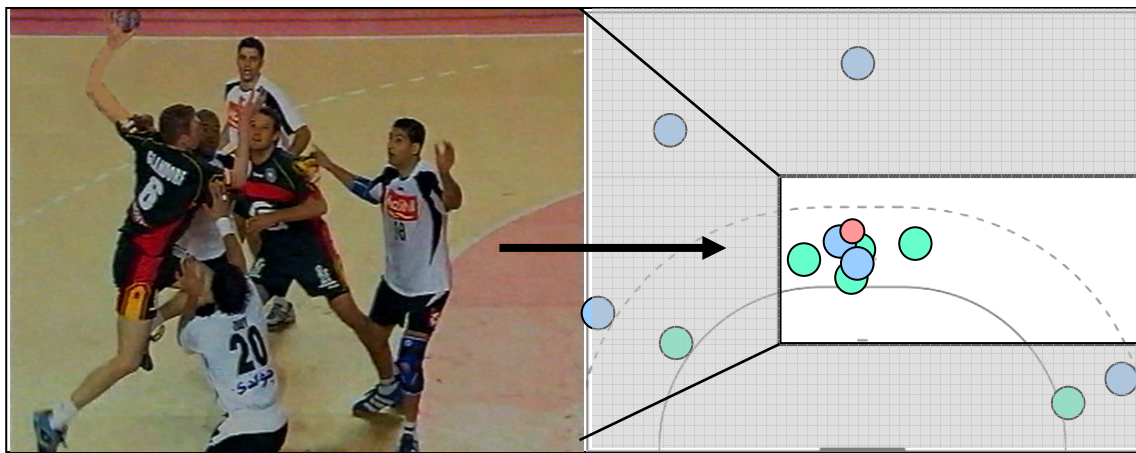


Abb. 74: Gerangel vor dem Tor und die entsprechende Szene als Ansicht der Simulation

Ähnlich verhält es sich beim Hindurchlaufen der Spieler. Die Abbildung 75 zeigt, dass Hindurchlaufen – in dem dargestellten Fall ein Durchbruch mit anschließendem Torerfolg – möglich ist, auch wenn dies die Simulation nicht so vermitteln würde.

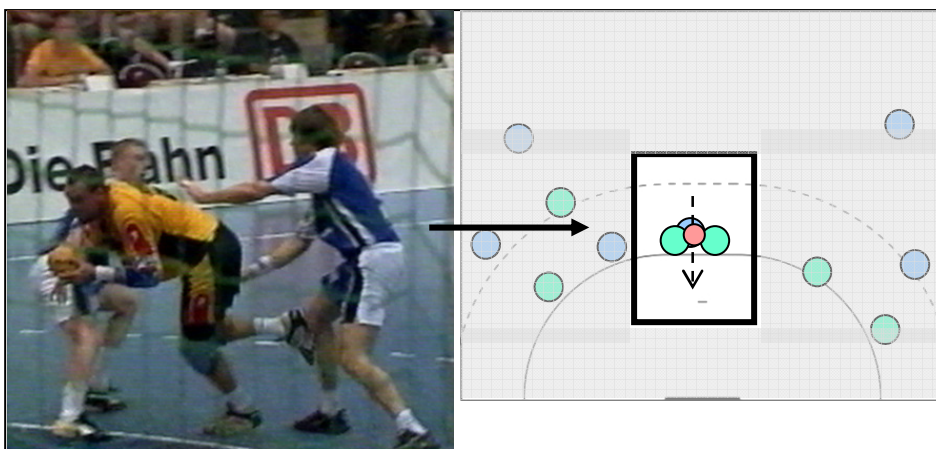


Abb. 75: Durchbruch und die entsprechende Szene als Ansicht der Simulation

Eine mögliche Lösung wäre die Verkleinerung der Punkte, die die Spieler darstellen, was jedoch nicht mehr den realen Größenverhältnissen und den Räu-

men auf dem Feld entspräche. Darüber hinaus wären die simulierten Spieler auch schlechter zu erkennen und damit der mediale Einsatz eingeschränkt.

In der Simulation kann die Flugbahn des Balles den Spielerpunkt kreuzen, der Ball also *durch die Spieler hindurchgehen*. Dies war häufiger Anlass zu Diskussionen und es wurde der Einwand geäußert, dass der Ball in diesen Fällen abgefangen werden müsste. Wie bereits in Kapitel 4.1.2 ausgeführt, ist dies jedoch in der Spielwirklichkeit nicht zwingend der Fall. So werden Bälle häufig über dem Kopf eines Abwehrspielers oder sehr knapp über dessen Schulter, nicht selten auch als Aufsetzer direkt an seinem Körper vorbei gespielt. Ob ein Ball abgefangen werden kann, hängt also von vielen Faktoren ab, nicht zuletzt auch von seiner aktuellen Flughöhe. So wurde schlussendlich entschieden, im Modell auf die Möglichkeit des Abfangens zu verzichten. Um dem Anwender zu verdeutlichen, dass der Ball beim Torwurf einen Abwehrspieler überstrichen hat, ändert der Ball in der Simulation ab dem Kontaktzeitpunkt seine Farbe.

Festzuhalten ist, dass im gegenwärtigen Entwicklungsstadium von Modell und Simulation noch längst nicht alle Möglichkeiten für eine optimale graphische Darstellung ausgeschöpft sind. Im Ausblick werden hierzu konkrete Vorschläge gemacht und Möglichkeiten für die Optimierung des Systems für didaktische Zwecke aufgezeigt.

10.2 Validierung durch Experten

Die Beurteilung des simulierten Abwehrverhaltens durch Experten diene im Verlauf der iterativen Modellentwicklung in erster Linie den Verbesserungen des Modells. Die im Kapitel 8.3 dargestellte zweite Expertenbewertung wurde mit dem Ziel durchgeführt, den Entwicklungsprozess mit einer ersten Validierung des Erreichten abzuschließen. Nachdem jedoch nur eine fünfköpfige Experten-Gruppe befragt worden ist, sind die ermittelten Ergebnisse nur mit entsprechender Vorsicht zu interpretieren. Nicht nur in Bezug auf die rückblickende Interpretation der Ergebnisse, sondern besonders mit Blick in Richtung zukünftiger Validierungen des Systems, soll das Augenmerk der Diskussion dem Thema Zuverlässigkeit derartiger Expertenbewertungen gelten. Zwei wichtige Kriterien sind in diesem Zusammenhang die Inter- und Intraraterreliabilität.

Die Ermittlung der *Intraraterreliabilität* (Wiederholungsgenauigkeit desselben Bewerters) erfolgte mittels Test-Retest-Verfahren. Dazu wurde jedem Experten der erste zufällig ausgewählte Spielzug am Ende des Tests erneut zur Beurteilung vorgelegt. Aus damit vorliegenden insgesamt 20 Wertepaaren erfolgte dann die Berechnung des Korrelationskoeffizienten nach Pearson. Für die Test-Retest-Bewertung des Gesamtverhaltens ergibt sich mit $r=0,44$ ein nur niedriger Zusammenhang (vgl. Clauß und Ebner, 1989, S. 122). Eine Ursache dafür könnte einer der fünf Tester sein, bei dem besonders eklatante Abweichungen zwischen der ersten und der Wiederholungsbewertung festgestellt wurden¹⁶. Nach einem probeweisen Eliminieren seiner Werte aus den Datensätzen steigt der Korrelationskoeffizient auf $r=0,57$ an. Eine weitere und sehr plausible Erklärung für diese recht geringe Intraraterreliabilität könnten aufgetretene Konzentrationsschwächen und Ermüdungserscheinungen sein, denn schließlich musste jeder Experte insgesamt 132 Bewertungen¹⁷ und gegebenenfalls zusätzliche Kommentare abgeben. Hier wäre es eindeutig besser gewesen, wenn der Retest nach einer längeren Pause, idealerweise am nächsten Tag durchgeführt worden wäre.

Zur Beurteilung der *Interraterreliabilität* (Übereinstimmung der Expertenbewertungen untereinander) wurde der Fleiss' Kappa (vgl. Bortz & Lienert, 2008, S. 314ff.) herangezogen. Für das Gesamtverhalten ergab sich dieser mit $K=0,18$ lediglich eine *leichte Übereinstimmung*. Selbst für die beiden am besten miteinander korrespondierenden Experten erreicht der Cohen's Kappa-Koeffizient nur den Wert $K=0,56$ und damit nur eine *mittlere Übereinstimmung* (vgl. Bortz & Lienert, 2008, S. 310ff.). Diese durch die beiden Koeffizienten ausgerückten schwachen Übereinstimmungen hatten sich bereits in der Ergebnisdarstellung (Kapitel 8.3.6) abgezeichnet: In nur zwei von vierzig zu bewertenden Fällen waren sich alle fünf Experten völlig einig und in lediglich sechs weiteren Fällen unterscheiden sie sich in nur einer Bewertung. Demgegenüber stehen viele sehr große Abweichungen. In über der Hälfte aller Fälle liegen die

¹⁶ Dieser Experte verfügt zwar über ein umfangreiches Fachwissen in der Vermittlung des Handballs, war jedoch – im Gegensatz zu den vier anderen Experten – niemals als aktiver Vereinsspieler tätig.

¹⁷ Drei Items für elf Spielzüge mit jeweils vier Abwehrarten.

Bewertungen vier und mehr Bewertungsstufen auseinander, in neun Fällen sind Ausreißer zu verzeichnen, die dadurch gekennzeichnet sind, dass einzelne schlechte Bewertungen (6 und 7) mehreren guten und sehr guten Bewertungen (1 und 2) gegenüberstehen. Aus den abgegebenen Kommentaren ist dabei oftmals erkennbar, dass unberechtigtweise die Qualität des Abwehrverhaltens in Relation zur Spielwirklichkeit, statt die Qualität der Simulation (in Bezug zur Ersatzwirklichkeit) bewertet wurde.

Für alle fünf Experten gilt, dass sie insgesamt unsystematische Abweichungen in den Bewertungen aufweisen, unabhängig von Spielzug und Abwehrart. Darüber hinaus scheint es zu Beginn der Sitzung in den Bewertungen eine Tendenz zur Skalenmitte zu geben, was möglicherweise darin begründet ist, dass sich die Experten Abweichungen in beide Richtungen offen halten wollen. Durch Randomisierung der Reihenfolge der zu bewertenden Spielzüge war diese Störvariable aber kontrolliert worden.

Aus den dargestellten Sachverhalten leiten sich für zukünftige Expertenbewertungen eine Reihe von Schlussfolgerungen ab.

Erstens sollten die Experten vor Beginn des Bewertungsprozesses noch besser über die Zweckbestimmung der Simulation aufgeklärt werden. Zweitens sollte ihnen mehr Gewöhnungszeit an das System zur Verfügung stehen. Zum Dritten sind zum Zweck der persönlichen Abstimmung auf die Bewertungsskala vor dem eigentlichen Bewertungsprozess einige Bewertungsrunden notwendig, deren Ergebnisse nicht in die Auswertung einfließen dürfen. Viertens ist mehr auf das Auftreten von Konzentrationsschwächen zu achten, die Gesamtzahl der in einer Sitzung abzugebenden Bewertungen sollte deutlich geringer sein, als es in der durchgeführten Expertenbewertung der Fall war. Fünftens dürfte es erforderlich sein, zwischen Test und Retest eine längere Pause vorzusehen. Als sechste und wichtigste Maßnahme zur Kontrolle der offensichtlich vorhandenen unsystematischen (zufälligen) Bewertungsfehler ist eine deutlich größere Stichprobe notwendig ($n \geq 30$), für welche siebte strenge Einschlusskriterien gelten müssen (z. B. alle Experten müssen Handballlehrer und zusätzlich aktive oder ehemals aktive Vereinsspieler sein).

Bei Berücksichtigung der vorgenannten Kontrollmaßnahmen dürften Expertenbewertungen für eine in größerem Umfang stattfindende Validierung des Systems durchaus geeignet sein.

10.3 Einsatz in der Lehre

Auch wenn das System als interaktives Lehrmedium konzipiert ist, erfolgte der Einsatz des Systems in der Lehre bisher lediglich im Rahmen der in Kapitel 9 (Einsatz in der Lehre) beschriebenen Untersuchung als Darstellungsmedium zur Unterstützung des Dozenten. Der Unterricht war durch den Dozenten geleitet, der aufgrund der Vorgaben für die Untersuchung weder Spielraum zur inhaltlichen Ausgestaltung hatte noch auf Fragen der Studierenden eingehen sollte. Der Unterschied zum Unterricht mit konventionellen Medien lag hier also lediglich in der dynamischen Darstellungsweise der synchron ablaufenden Vorgänge, betrachtete aber bisher noch nicht die Besonderheiten von interaktivem selbstgesteuertem Lernen.

Die beschriebenen Beobachtungen in der Praxisveranstaltung (siehe Kapitel 9.1) basieren nur auf einer einzigen Unterrichtseinheit und geben lediglich einen persönlichen Eindruck der Verfasserin wieder. Somit besitzen sie keine Allgemeingültigkeit. Die ermittelten ersten Eindrücke und die erfolgten Rückmeldungen der Unterrichtsteilnehmer machen aber deutlich, dass es sinnvoll wäre hierzu wissenschaftliche Untersuchungen durchzuführen.

Auch die Ergebnisse der Studie in der Theorieveranstaltung müssen aufgrund der geringen Teilnehmerzahl mit Vorsicht behandelt werden. Dennoch ist der Unterschied der Ergebnisse in den Transferleistungen bedeutsam. In weiteren Untersuchungen mit größeren Untersuchungsgruppen sollte vor allem darauf geachtet werden, dass die Teilbereiche *Wissen* und *Transfer* gleichwertig abgefragt werden, denn dann wäre vermutlich auch hier ein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen bezüglich des Gesamtverständnisses festzustellen gewesen. Vom Untersuchungsdesign kritisch und in Folgeuntersuchungen zu berücksichtigen wäre, dass die Transferaufgaben nicht am Ende der Klausur stehen sollten. So wie im vorliegenden Fall durchgeführt, sind die positiven Ergebnisse der Transferleistung beim Lernen mit SimTak möglicherweise auch nur

mit einer höheren Motivation beim Lernen mit einem neuen Medium zu erklären. Für diese Gruppe ist es zwar nicht bedeutsam, *warum* sie nun ein besseres Verständnis aufweist. Offen bleibt außerdem, wie stabil die festgestellte erhöhte Transferleistung ist. Hier stellt sich die Frage, ob sich dieser Effekt vermindert, wenn das Lehren mit diesem Medium allmählich den Reiz des Neuen verliert.

Schließlich ist als Schwachpunkt festzuhalten, dass das System bisher nur von der Entwicklerin der Software selbst eingesetzt worden ist, was etwaige Unzulänglichkeiten in Bezug auf die Ergonomie der Benutzeroberfläche, verbirgt. Inwieweit die Ergebnisse auf die Lehre von Personen, die mit der Software nicht so vertraut sind, übertragbar sind, kann daher nicht beurteilt werden. Positiv festzustellen ist in diesem Zusammenhang jedoch, dass die bei der Validierung des Systems eingesetzte Hilfskraft nach einer kurzen Einweisung und einer kurzen Übungszeit keine Probleme bei der Benutzung der Software hatte.

10.4 Abschließende Betrachtungen zum Systemverhalten

In der Bilanz aller vorliegenden Informationen kann festgehalten werden, dass es gelungen ist, aus diskreten Regeln für die Individuen ein funktionierendes sinnvoll aussehendes stetiges Gesamtsystemverhalten zu erstellen. Dies ist keineswegs als selbstverständlich anzusehen, denn viele komplexe Systeme kommen ohne übergeordnete Systemregeln nicht aus. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Autofahren. Obwohl das Verhalten der Einzelelemente dieses Systems (die vom Fahrer gesteuerten Fahrzeuge) durch klare und bestens automatisierte Regeln (nämlich was zu tun ist, um eine Strecke zurückzulegen und dabei den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einzuhalten) miteinander verknüpft sind, kann ein Zusammenbruch des Verkehrsflusses in vielen Situationen nur durch einen übergeordneten Eingriff, z. B. das Verkehrsleitsystem, vermieden werden. Warum sich das Verhalten des Gesamtsystems *Handballabwehr* auf der Grundlage eines individuumbasierten Regelsystems in derart guter Qualität und vor allem stabil synthetisieren lässt – darüber kann hier nur spekuliert werden. Eine Erklärungsmöglichkeit wäre, dass dem Handballspieler – z. B. im Vergleich zum Fußball – ein nur geringer Aktionsraum zur Verfügung

steht¹⁸. Dies beschränkt die Möglichkeit für erfolgreiche individuelle Aktionen und erhöht die Notwendigkeit durch entsprechendes Zusammenspiel Chancen zu erarbeiten. Ein weiterer Erklärungsansatz liegt in der möglichen hohen Präzision des Ballaustausches im Handball im Vergleich wieder zum Fußball, aber auch zum Volleyball. Dies reduziert – wie auch die vergleichsweise geringe Bedeutung individueller Aktionen – den Einfluss des Faktors *Zufall* und damit möglicherweise das Entstehen undefinierter Zustände des Systems. Eine systematische Analyse der möglichen Ursachen für die festgestellte hohe Systemstabilität, insbesondere im Vergleich zu anderen Sportspielen (Volleyball, Eishockey, Fußball), könnte interessante Aufschlüsse für das Modellieren kognitiver Systeme liefern.

¹⁸ Im Vergleich zum Fußball (714 m² pro Feldspieler) stehen dem Handballspieler nur 108 m² zur Verfügung.

11 Ausblick

Ziel der vorliegenden Arbeit war, das Abwehrverhalten im Handball durch ein Modell zu beschreiben, das eine Simulation und Visualisierung der komplexen, synchron ablaufenden Prozesse ermöglicht und so einem Anwender das Verständnis für das absprachegerechte Abwehrverhalten erleichtert. Ein iterativer Entwicklungsprozess mit einer Zwischenevaluation und darauf beruhenden Optimierungsschleifen hat – wie die beiden Kapitel 8 und Kapitel 9 gezeigt haben – einen Entwicklungsstatus der Software hervorgebracht, der von den fünf Experten als *fast optimal* bezeichnet wird. Auch ihre erste Bewährungsprobe hat die Software im sportpraktischen und sporttheoretischen Unterricht bestanden.

Als sinnvoller nächster Schritt ist deshalb jetzt eine umfassende Validierung im Rahmen einer kontrollierten Lernstudie angezeigt. Im Rahmen dieser könnten Erfahrungen gesammelt werden, die in die weitere Optimierung des Systems oder dessen Weiterentwicklung in Richtung anderer Einsatzbereiche einfließen sollten.

Die nachfolgenden Ausführungen zeigen auf, welche Optimierungsschritte hier sinnvoll wären bzw. welche Entwicklungen das System in naher und ferner Zukunft nehmen könnte.

11.1 Optimierung des Systems

Unter Beibehaltung des aktuellen Ziels des Modells – Einsatz in der Lehre zur Veranschaulichung der grundlegenden Regeln des Abwehrverhaltens – könnte das System in seinem Funktionsumfang erhöht werden. Im Folgenden werden dazu sinnvoll erscheinende Ansätze aufgezeigt.

Die Aktion *Helfen* ist bisher nicht im Modell enthalten (siehe Kapitel 10.1). Da diese Verhaltensweise in der Realität aber durchaus eine Rolle spielt, wäre eine Hinzunahme dieser Verhaltensweise in einem nächsten Optimierungsschritt angebracht.

Auch die Implementierung einer weiteren Spielweise – nämlich die moderne *antizipative Abwehrspielweise* – erscheint lohnend. Diese bezeichnet ein vor-

ausschauendes Verhalten der Abwehrspieler mit dem Ziel, die Angreifer in ihrem Spielfluss zu stören (vgl. Späte, 2008, S. 4f.).

Die Einbindung weiterer *Abwehrformationen* würde eine mögliche Erweiterung darstellen. Die Vorgehensweise wäre dabei zunächst die Formulierung der abwehrspezifischen Entscheidungsketten, was alleine mit fachspezifischem Wissen um das Verhalten im Handball möglich ist (siehe Kapitel 6.5). Die Implementierung ist dann bei Verwendung der bestehenden Struktur der Simulation einfach.

Einen Beitrag zur Verbesserung der Realitätsnähe der Simulation könnte die *Unterscheidung von Reaktions- und Aktionsgeschwindigkeit* der Abwehrhandlungen darstellen, besonders wenn dies mit Option der jeweils unabhängigen Intensitätssteuerung versehen wäre.

Ein bemerkenswerter Vorschlag der Experten für den Bereich der Visualisierung ist die Erweiterung der Darstellung der Spieler, die bisher nur als Punkte abgebildet werden, um eine *Schulterachse*. Diese Information zur Ausrichtung des Spielers würde sein Stellungsspiel umfassender beschreiben.

Ein anderer Ansatz zur Optimierung des Systems zielt auf den Einsatz als interaktives Lehrmedium ab. Zunächst stand bei der Entwicklung der Software die Darstellung des modellierten Abwehrverhaltens im Vordergrund. Für die Anwendung der Software zur Beurteilung der Güte des Modells genügte eine vergleichsweise simple Bedienoberfläche. Mit zunehmender Einbeziehung der potentiellen Anwender in den Entwicklungsprozess wurde die Bedienbarkeit zwar sukzessive verbessert, aber für eine ergonomische Nutzerführung gibt es trotzdem noch Verbesserungspotential. Ziel der Optimierung sollte sein, das Softwarepaket in Bezug auf Bedienbarkeit auch so auszugestalten, dass interaktives Lernen möglich ist. Dies entspricht der Forderung Wiemeyers (2007, S. 105), der nach wie vor einen Bedarf an fachspezifischem Inhalt für interaktive Lehrmedien sieht, „...insbesondere an Content, der (inter)aktives Lehren und Lernen ermöglicht“. Es wird jedoch nicht ausreichen, die Software allein für interaktives Lernen bedienungsfreundlicher zu machen. Vielmehr muss im Laufe der Zeit aus seiner Anwendung heraus und unter kritischer Reflektion der dabei gemachten Lehrerfahrungen eine spezifische Didaktik für den Einsatz dieses

Mediums entstehen (vgl. Reinmann-Rothmeier, 2004, S. 179). Generell wäre es aber auch denkbar, die vorgestellte Regelbasis in vorhandene Taktikdarstellungssoftware (z. B. Taktik-Mental, siehe Kapitel 2.2.4) zu integrieren.

Der Vergleich von realem Abwehrverhalten einer Mannschaft mit dem optimalen absprachegerechten Abwehrverhalten nach vorliegendem Modell stellt eine weitere Möglichkeit zur Erweiterung des Systems dar. Dazu müsste es bezüglich der Funktionalität der Ein- und Ausgabeoptionen der Realdaten in die Software optimiert und eine ergonomische Visualisierung für diesen Vergleich konzipiert werden.

11.2 Entwicklung des Systems

Soll das System für neue Einsatzgebiete weiterentwickelt werden, wird die ursprüngliche Zweckbestimmung des Modells verändert und es werden damit die bislang gültigen Prinzipien aufgegeben. Letzteres wäre der Fall, wenn zum Beispiel die bisher gültige Eindeutigkeitsregel durch Zulassen von Mehrdeutigkeit (z. B. Fuzzy Logic Entscheidungen) ersetzt würde. Eine Veränderung der Zweckbestimmung wäre dann gegeben (und auch sinnvoll), wenn aufgrund der Neuentwicklungen die Komplexität ein Ausmaß erreichte, welches nicht mehr erlaubt, die Regelbasis nachzuvollziehen. Damit wäre der Einsatz der Software als didaktisches Instrumentarium gefährdet, ihr Einsatz mit anderen Zielsetzungen aber vielleicht begünstigt.

Der aktuelle Entwicklungsstand der Software bewegt die Abwehrspieler von ihrer aktuellen Position geradlinig zur berechneten Folgeposition, wobei nicht unterschieden wird, ob sie sich dabei nach vorne, seitwärts oder zurück bewegen. Auch wird nicht berücksichtigt, ob möglicherweise andere Spieler im Weg stehen und deshalb zumindest geringfügig von der direkten Verbindungslinie abgewichen werden muss. Die Einführung einer *differenzierten Positionsänderungsgeschwindigkeit* und einer *von der Bewegungsrichtung abhängigen maximalen Bewegungsgeschwindigkeit* könnten das Gesamtverhalten des Abwehrverbundes möglicherweise noch realistischer machen.

Die Implementierung einer *Individualkomponente* wäre eine lohnende Entwicklung. Dahinter steht die Idee, Spieler mit individuellen Eigenschaften auszustat-

ten, wie z. B. spezifischen Fehlern, Schwächen, Stärken, bestimmten konditionellen und koordinativen Fähigkeiten, besonderen technischen Fertigkeiten oder einer ungewöhnlichen Konstitution. Damit könnten mehrere Absichten verfolgt werden – alle von der übergeordneten Frage geleitet „Wie wirkt sich das Individuum auf das Gesamtsystem aus?“ Als Beispiele zu nennen sind hier die Optimierung von Mannschaftsaufstellungen, die Absicherung von Spielertransfers und – vielleicht am bedeutsamsten – die Möglichkeit individuelle Trainingsmaßnahmen plausibel zu begründen.

Die Entwicklung einer einfachen *Kreativkomponente* ist durchaus im Bereich des Möglichen. Die Regeln würden dabei nicht wie bisher von einer Situation eine eindeutige Aktion ableiten, sondern eine Menge sinnvoller Aktionen vorschlagen, aus denen dann per Zufall oder nach gewissen Vorgaben eine Aktion ausgewählt und eventuell auch mit variierenden Intensitätsparametern durchgeführt wird. Mit der Hinzunahme des Zufallsprinzips würde die Eindeutigkeit der Entscheidungsprozesse verlassen und das Systemverhalten für den Betrachter sicher deutlich weniger nachvollziehbar. Damit wäre der Einsatz der Software für Schulungszwecke erschwert. Aber besonders in Zusammenhang mit den folgenden Punkten wäre dies eine bedeutende Entwicklung des Systems für einen Einsatz im fachsportspezifischen Kontext.

Der Aufbau eines Modells zum *Angreiferverhalten*, analog der gezeigten Vorgehensweise in dieser Dissertation, wäre ein ambitionierter, aber durchaus machbarer Schritt. Denn auch im Angriffsverhalten gibt es ausreichend präzise Wenn-Dann-Regeln, wie beispielsweise „Wenn dein Abwehrspieler defensiv ist, dann Torwurf“ oder „Wenn dein Abwehrspieler offensiv, dann Pass zum Mitspieler“ (siehe Kapitel 2.1.3).

Beide Modelle mit jeweils eigener Regelbasis örtlich und zeitlich miteinander zu kombinieren, stellt den konsequenten nächsten Schritt dar. Hiermit würde die Modellierung des Interaktionsprozesses, der die Sportspiele besonders auszeichnet, eine neue Dimension erfahren. Dies würde dann die Simulation der permanenten Wechselwirkung von Abwehr- und Angriffsspiel ermöglichen. Damit wäre nicht nur die Generierung neuer effektiver Spielzüge am Computer möglich, der *Intelligente Taktik-Generator* könnte neue Verhaltensweisen kreie-

ren, woraus wiederum neue Wege im Taktikbereich für Spielsportarten abgeleitet und beschritten werden könnten.

Die Übertragung des Modells und seiner Simulation auf andere Spielsportarten ist nun wieder ein etwas näherliegendes Entwicklungsziel, vor allem da dieses bei der Erstellung der Software stets im Auge behalten wurde (vgl. Kapitel 7, speziell 7.3). Auf die Sportarten Eishockey, Basketball, Fußball und auch für das Stellungsspiel im Volleyball sollte die Übertragung relativ einfach sein. Die Vorgehensweise wäre dabei zunächst die Formulierung der abwehrspezifischen Entscheidungsketten, was alleine mit fachspezifischem Wissen um das Verhalten in den jeweiligen Sportarten möglich ist (siehe Kapitel 6.5). Die Implementierung erfolgt dann lediglich durch Modifikation der Simulation und ist bei Beibehaltung der bestehenden Struktur des Systems somit ohne größeren Entwicklungsaufwand möglich.

12 Zusammenfassung

Kurzform

Mit dem Ziel, Lernenden die komplexen Vorgänge des absprachegerechten Abwehrverhaltens im Handball durch neue Medien didaktisch besser als bisher vermitteln zu können, wird in der vorliegenden Arbeit ein Modell des Abwehrverhaltens im Handball erstellt und zur Darstellung in eine Simulation überführt. Als Abwehrverhalten wird das Verhalten der Abwehrspieler bezeichnet, das sie gemäß der taktischen Absprachen der jeweiligen Abwehrformation zeigen sollen. Das diesen Absprachen zugrundeliegende Wissen existiert in den Köpfen der Experten, große Teile davon sind in Lehrbüchern niedergeschrieben. Die Arbeit bereitet dieses Wissen so auf, dass es mathematisch beschreibbar wird und somit Eingang in ein Modell zur Simulation des Abwehrverhaltens finden kann. Damit werden die formulierten Sachverhalte als diskrete Regeln in stetiges Verhalten überführt.

Die praktische Umsetzung der Simulation erfolgt über ein interaktives Computerprogramm. Zur Überprüfung des entstandenen Modells und seiner Simulation bewerten fünf Experten, wie gut die simulierten Abwehrreaktionen mit den ihrer Erfahrung nach obligatorischen absprachegerechten Abwehrreaktionen übereinstimmen. Die Güte der Übereinstimmung wird von den Experten im Durchschnitt mit 1,85 auf einer 7-stufigen Ratingskala (1 = bestes Urteil) bewertet. Die Untersuchung schließt mit einem ersten Einsatz des EDV-Programmes in der Lehre ab. Dabei wird die Lernleistung bei Einsatz der Simulation mit der Lernleistung bei einer herkömmlichen Lehrweise verglichen. Die Befunde deuten darauf hin, dass sich durch den Einsatz des neuen Mediums die Transferleistung der Lernenden verbessern lässt.

Festzuhalten bleibt, dass es gelungen ist, aus diskreten Regeln für die Individuen ein funktionierendes sinnvoll aussehendes stetiges Gesamtsystemverhalten zu erstellen. Außerdem kann das System in der Lehre zur Verdeutlichung der grundlegenden Regeln des Abwehrverhaltens erfolgreich eingesetzt werden.

Ausführliche Form

Die Schwierigkeit, das Abwehrverhalten im Hallenhandball als komplexes dynamisches System mit bislang üblichen Medien nicht nur sichtbar, sondern vor allem verstehbar zu machen, macht eine neue dynamische Darstellungsform notwendig. Dies erfordert das absprachegerechte Abwehrverhalten so darzustellen, dass sowohl individuelles Verhalten aller Abwehrspieler, als auch das Verhalten des Abwehrsystems in seiner Gesamtheit analysiert und interaktiv manipuliert werden können. Die Definition des *korrekten Verhaltens* beruht auf dem zum Handball vorhandenen Expertenwissen. Dieses wird strukturiert, klassifiziert, gewichtet sowie kombiniert und zunächst als regelbasiertes Modell des Abwehrverhaltens aufbereitet. Im nächsten Schritt erfolgen dann die Visualisierung und die Überführung der interaktiven Anwendung in eine Simulation.

Viele der bisherigen Modelle im Hallenhandball beschäftigen sich mit der Strukturierung des beobachteten Verhaltens. So fassen manche Modelle die Verhaltensweisen in Klassen zusammen und grenzen diese gegeneinander ab. Andere ermitteln Häufigkeiten des Auftretens bestimmter Verhaltensmuster im Verlauf des Spieles und quantifizieren ihre Erfolgsaussichten. Modelle, die die Interaktion mit einbeziehen, betrachten entweder die zeitlichen Phasen des Erfolges (also die Resultate des gezeigten Verhaltens) oder aber speziell nur das Angriffsverhalten. Diesen Modellen ist gemein, dass sie die Verhaltensweisen aus der Realsituation verwenden, welche beispielsweise mittels Bewegungsanalysen, Videorekonstruktion, Umrisserkennung oder ähnlichen Verfahren ermittelt wurden. Damit stellen sie lediglich Animationen des Beobachteten dar, die sehr hilfreich sein können, um z. B. das Bewusstsein für das eigene Verhalten zu verbessern.

Im Gegensatz zu den vorgenannten Systemen verfolgt die vorliegende Arbeit das Ziel, optimales Verhalten von Abwehrspielern als Reaktion auf beliebige, auch auf noch nie da gewesene Situationen, zu modellieren. Dabei soll das taktische Verhalten so dargestellt werden, dass die zugrunde liegenden Regeln und deren Konsequenzen grafisch sichtbar werden.

Dazu mussten zunächst die einem optimalen Verhalten zugrunde liegenden theoretischen Absprachen in eine allgemeingültige Form gebracht werden. Das,

was gemäß Fach- und Expertenwissen, als *optimales absprachegerechtes Verhalten* bezeichnet wird, konnte – für vier verschiedene Abwehrformationen (Manndeckung, 6:0-, 5:1- und 3:2:1-Deckung) – in eine Regelbasis überführt werden.

Diese Regelbasis besteht aus einem komplexen System von Zuordnungs-, Bewertungs- sowie Entscheidungsregeln. Diese Regeln sind in Form von *Wenn-Dann-Regeln* so miteinander verknüpft, dass eine abwehrspezifische Entscheidungskette entsteht. Diese gewährleistet, dass für jede Angreifersituation eine eindeutige und angemessene Aktion des zugehörigen Abwehrspielers ausgewählt werden kann. Beispiel: „Wenn der zugehörige Angreifer torgefährlich ist, dann Raustreten“.

Um das auf der Regelbasis beruhende komplexe Modell des Abwehrverhaltens für Anwender nutzbar machen zu können, musste es – zusammen mit weiteren Teilmodellen – in eine Simulation überführt werden. Diese ist programmiert in der Skriptsprache Lingo von Director 8 der Firma Macromedia. Zur Unterstützung des iterativen Prozesses der Modellerstellung, sowie zur leichteren Übertragung auf andere Sportarten, ist hierbei eine objektorientierte Programmierweise realisiert. Die Bildschirmdarstellung der Software ist analog zu den bewährten Taktik-Magnettafeln als Draufsicht auf das Spielfeld gestaltet. Der Anwender kann mittels Computermouse beliebig mit den Angreifern und dem Ball agieren, die Software berechnet ständig (und ohne wahrnehmbaren zeitlichen Versatz) die zugehörigen absprachegerechten Bewegungen der Abwehrspieler so, wie sie in der Regelbasis abgelegt sind. So können die Reaktionen einzelner Abwehrspieler interaktiv betrachtet werden.

Um das dynamische Abwehrverhalten der gesamten Mannschaft im Fluss beobachten zu können, ist es auch möglich, die Angreifer auf Knopfdruck *durchspielen* zu lassen. Ferner können vorprogrammierte Spielzüge der Angreifer aufgerufen werden, wobei der Anwender auch hier beliebig eingreifen kann, um *Was-wäre-wenn-Szenarien* zu studieren.

Der Anwender hat jederzeit die Möglichkeit, einzelne Parameter des Abwehrverhaltens, wie beispielsweise die *Aggressivität*, den *Grad der Ballorientiertheit* oder die *Bewegungsgeschwindigkeit* mittels Reglern zu variieren. Zeitlupe und

Standbilder geben ihm Zeit, die Situation genauer zu bedenken oder zu diskutieren.

Wie oben erklärt war ein Entwicklungsziel, das taktische Verhalten so darzustellen, dass die zugrunde liegenden Regeln und deren Konsequenzen grafisch sichtbar werden. Zu diesem Zweck wurde eine Erklärungskomponente programmiert. Sie verbalisiert in einem neben dem Bildschirmspielfeld angeordneten Fenster die aktuelle Aktion des ausgewählten Spielers und markiert sie und ihren Entscheidungsfindungsprozess farblich in einem vereinfachten Schema des Modells.

Zur Überprüfung der Qualität des entwickelten Modells wird neben formalen Prüfungen auch eine Validierung durch fünf Handball-Experten vorgenommen. Diese bewerteten das simulierte Abwehrverhalten bei den vier Abwehrarten für insgesamt zehn verschiedene Angreifer-Spielzüge. Im Ergebnis beurteilen sie das Abwehrverhalten mit der Note 1,85 (Median) auf einer Skala von 1 bis 7 (1 = bester Wert), das entspricht der Merkmalausprägung *fast optimal – stimmt fast alles, kleinste Abweichungen*. Von den insgesamt zweihundert abgegebenen Bewertungen der fünf Experten sind 50 Prozent die bestmögliche Bewertung – damit erhält die Simulation für die Hälfte aller beobachteten Situationen die Beurteilung *optimal – stimmt alles, perfekt*. Mit der Note 1,4 ist die Manndeckung die am besten bewertete Abwehrart. Die schlechtesten Bewertungen erhält die komplexe 3:2:1-Deckung mit der Note 2,4.

Zum Abschluss der Entwicklung erfolgt ein Einsatz des Programms in Theorie- und Praxisveranstaltungen der universitären Sportlehrerausbildung. Am Ende einer Theorieveranstaltung zum Abwehrverhalten im Handball hatten die Studierenden eine unangekündigte Klausur abzulegen, die Fragen zum Wissen sowie zur Transferleistung enthielt. Die Unterrichtseinheit wurde zeitgleich mit zwei Studentengruppen durchgeführt: Die Versuchsgruppe (n=6) erhielt die Unterrichtseinheit unter Verwendung des entwickelten neuen Mediums. Die Kontrollgruppe (n=6) wurde mit einer üblichen Power-Point-Präsentation unterrichtet. Im Klausurergebnis unterschieden sich die beiden Gruppen nur geringfügig, beide Gruppen erreichten etwa 50 Prozent der maximal erreichbaren Punkte. In der Kategorie *Wissen* liegen die Werte der Versuchsgruppe mit 45,6 Prozent

unter denen der Kontrollgruppe (57,4 Prozent), wobei dieser Unterschied nicht signifikant ist. Beim Ergebnis der Transferaufgaben liegen die Werte der Versuchsgruppe mit 62,5 Prozent signifikant ($\alpha = 0.05$) über denen der Kontrollgruppe, die hier nur 25 Prozent der maximal möglichen Punkte erreichte.

Die Probleme bei der Expertenbewertung liegen vor allem in deren Schließen auf die Realität. Immer wieder bewerten sie die *Güte des gezeigten Abwehrverhaltens* nicht aber die *Güte der Modellierung des Abwehrverhaltens*. So werden nicht nur die Defizite des Modells und die Probleme bei der Umsetzung in die Simulation diskutiert sondern auch die Unterschiede erläutert, in denen sich die zu modellierende Wirklichkeit der Regeln des Abwehrverhaltens von der Realität eines beobachtbaren Handballspiels unterscheidet.

Festzuhalten bleibt, dass es gelungen ist, aus diskreten Regeln für die Individuen ein funktionierendes sinnvoll aussehendes stetiges Gesamtsystemverhalten zu erstellen. Außerdem kann das System in der Lehre zur Verdeutlichung der grundlegenden Regeln des Abwehrverhaltens erfolgreich eingesetzt werden.

Da die im Rahmen der vorliegenden Arbeit erfolgte Modellprüfung und Evaluation lediglich dazu diente, einen ersten Eindruck zur erreichten Leistungsfähigkeit der Simulation zu bekommen, wäre als sinnvoller nächster Schritt eine umfassende Validierung im Rahmen einer kontrollierten Lernstudie angezeigt.

Systemoptimierungen könnten durch eine Erhöhung des Funktionsumfangs der Software, die Implementierung weiterer Aktionen und Spielweisen oder eine verbesserte Ergonomie der Benutzeroberfläche erzielt werden.

Wenn die ursprüngliche Zielsetzung des Modells, Medium für didaktische Zwecke zu sein, verlassen wird, können zukünftige Modellentwicklungen die Komplexität annähernd beliebig steigern. Die Arbeit schlägt hierzu unter anderem eine *Individualkomponente* und eine *Kreativkomponente* vor und erläutert, wie das Medium zu einem intelligenten *Taktik-Generator* ausgebaut werden könnte.

Literaturverzeichnis

- Beierle, C. & Kern-Isberner, G. (2008). *Methoden wissensbasierter Systeme: Grundlagen, Algorithmen, Anwendungen*. Wiesbaden: Vieweg +Teubner.
- Bodendorf, F. (2006). *Daten- und Wissensmanagement*. Berlin: Springer.
- Bortz, J. (1984). *Lehrbuch der empirischen Forschung*. Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Lienert, G. A. (2008). *Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung: Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben*. Berlin: Springer.
- Brand, H. (2004). Aktive 6:0-Abwehr: Mit den Rückraumspielern spielen! – Zur taktischen Spielweise der 6:0-Abwehr im Olympia-Turnier in Athen. *handballtraining*, 26 (9+10), 4-9.
- Brand, H. & Heuberger, M. (2005). Flexibles Abwehrspiel am Beispiel der deutschen 5:1-Abwehr. *handballtraining*, 27 (3), 4-11.
- Brand, H. & Heuberger, M. (2007). Die Bausteine des WM-Erfolgs! *handballtraining*, 29 (3), 4-21.
- Brüggemann, G. P. (1998). Modellbildung in der Sportwissenschaft. In J. Mester & J. Perl (Hrsg.), *Informatik im Sport* (S. 19-32). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Brugger, R. (2005). *IT-Projekte strukturiert realisieren*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Clauß, G. & Ebner, H. (1989). *Grundlagen der Statistik für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner*. Frankfurt am Main: Harri Deutsch.
- Deutscher Handballbund (Hrsg.). (1997). *Handball-Handbuch. Band 3: Aufbau- training für Jugendliche*. Münster: Philippka.
- Deutscher Handballbund (2007). *Vom „Zufallshandball“ zum „Systemhandball“* [Website]. Zugriff am 12. Dezember 2007 unter http://hwm07.rentserver250.internet1.de/front_content.php?client=1&lang=1&idcat=52&idart=142&m=&s=&r1=

- Elpel, K.-P. (1991). Computergestützte Systemanalyse und -simulation in der Sportwissenschaft. In J. Perl (Hrsg.), *Sport und Informatik II* (S. 107-123). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Emrich, A. (2008). Auslösehandlungen gegen eine 5:1-Abwehr. *handballtraining*, 30 (2), 4-13.
- Feddern, P. (2005). Training der 5:1-Abwehr – Ergänzende Übungen und Trainingseinheiten zum Medienpaket zur Einführung und Schulung der 3:2:1-Abwehr – Teil 1. *handballtraining*, 27 (1), 4-11.
- Feldmann, K. (2002a). Kooperation und Profilbildung in der 5:1-Abwehr – Beschreibung und trainingspraktische Umsetzung des 2-Linien-Abwehrspiels im Aufbautraining – Teil 1. *handballtraining*, 24 (4+5), 19-23.
- Feldmann, K. (2002b). Kooperation und Profilbildung in der 5:1-Abwehr – Beschreibung und trainingspraktische Umsetzung des 2-Linien-Abwehrspiels im Aufbautraining – Teil 2. *handballtraining*, 24 (6), 11-15.
- Ferstl, O. K. & Sinz, E. J. (2006). *Grundlagen der Wirtschaftsinformatik*. Oldenbourg: Wissenschaftsverlag.
- Gillmaier, G. & Gola, J. (2000). *Director 8 Workshop. Professionelle Multimedia-Produktion für CD-ROM und Internet*. München: Addison-Wesley.
- Grage, W. (2002). *Handballtraining: Trainieren – spielen – gewinnen*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Greco, P. (1997). *Modernes Angriffstraining* (Beiträge zur Trainings- und Wettkampfantwicklung im Handballsport, 41). Spiesen: WZB.
- Grinbergas, J. (1977). Das Deckungssystem 6:0. In B. Kuchenbecker (Red.), *Hallenhandball - Abwehrsysteme* (S. 64-74). Berlin: Bartels & Wernitz.
- Häder, M. (2006). *Empirische Sozialforschung*. Wiesbaden: VS Verlag.
- Hansel, F. & Petersen, K.-D. (2008). Stoßen und Zurückstoßen – so wird's richtig gespielt. *handballtraining*, 30 (2), 14-25.
- Haun, M. (2007). *Handbuch Robotik: Programmieren und Einsatz intelligenter Roboter*. Berlin: Springer.

- Heger, R. (1977). *Handball für Schule und Verein*. Wien: Österreichischer Bundesverlag.
- Hein, T. (1995). Strategisch-taktische Spielanalyse im Sportspiel Handball. In J. Perl (Hrsg.), *Sport und Informatik IV* (S. 85-96). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Helmke, H., Höppner, F. & Isernhagen, R. (2007). *Einführung in die Software-Entwicklung: Vom Programmieren zur erfolgreichen Software-Projektarbeit*. München: Hanser.
- Heuberger, M. (2004). Flexibles Abwehrspiel EM-Erfolg – Die 5:1- und 4:2-Abwehr der DHB-Junioren-Nationalmannschaft bei der Junioren-Europameisterschaft 2004. *handballtraining*, 26 (9+10), 14-17.
- Hildebrand, F., Drenk, V., Krug, J., Schnabel, U. & Witt, M. (1997). Biomechanische Simulation, Körpermodell, Robotik. In J. Perl, M. Lames & W.-D. Miethling (Hrsg.), *Informatik im Sport – Ein Handbuch* (S. 142-150). Schorndorf: Hofmann.
- Höner, O., Hermann, T. & Grunow, C. (2004). Sonification of Group Behavior for Analysis and Training of Sports Tactics. In T. Hermann & A. Hunt (Eds.), *Proceeding of the International Workshop on Interactive Sonification in Bielefeld*.
- Höner, O., Hermann, T. & Grunow, C. (2005). Sonifikation - Ein Hilfsmittel zur Taktikanalyse im Sportspiel? In H. Gabler, U. Göhner & F. Schiebl (Hrsg.), *Zur Vernetzung von Forschung und Lehre in Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft* (S. 226-230). Hamburg: Czwalina.
- Kelch, R. (2006). *Modellierung und Entwicklung von SAP-Dialoganwendungen*. Bonn: Galileo Press.
- Khazaeli, C. D. (2000). *Multimedia mit Director 8 - Projektplanung und Interfacedesign*. Reinbek: Rowohlt.
- Klein, G. & Späte, D. (1981). Täuschungshandlungen im Sportspiel. *Leistungssport*, 11 (6), 450-457.

- Knemeyer, U. (1994). *Expertensysteme in der Assekuranz: Chancen und Risiken ihrer Realisierung, dargestellt am Beispiel des ökologischen Risk Managements in der Landwirtschaft*. Karlsruhe: VVW.
- Kolodziej, C. (2003). *Richtig Handball*. München: BLV.
- Konzag, G. & Konzag, I. (1980). Anforderungen an die kognitiven Funktionen in der psychischen Regulation sportlicher Spielhandlungen. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 29 (1), 20-31.
- Krüger, T. & Schubert, R. (2007). Übergang von der Mann- zur Raumdeckung. *handballtraining*, 29 (1), 32-36.
- Kuchenbecker, B. (1974). *Hallenhandball – Abwehrsysteme*. Berlin: Bartels und Wernitz.
- Kuchenbecker, R. (1990). *Taktische Vorbereitung im Sportspiel: Eine empirische Untersuchung im Hallenhandball*. Köln: Sport und Buch Strauß.
- Kühn, V. (1993). Graphische Simulation und Animation 3-dimensionaler Bewegungsabläufe. In J. Perl (Hrsg.), *Sport und Informatik III* (S. 1-21). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Kurbel, K. (1992). *Entwicklung und Einsatz von Expertensystemen - Eine anwendungsorientierte Einführung in wissensbasierte Systeme*. Berlin: Springer.
- Lames, M. (1991). *Leistungsdiagnostik durch Computersimulation: Ein Beitrag zur Theorie der Sportspiele am Beispiel Tennis*. Frankfurt am Main: Harri Deutsch.
- Lames, M. (1994). *Systematische Spielbeobachtung*. Münster: Philippka.
- Lames, M. (1997). Theoriebildung. In J. Perl, M. Lames & W.-D. Miethling (Hrsg.), *Informatik im Sport – Ein Handbuch* (S. 229-244). Schorndorf: Hofmann.
- Lames, M. (1998). Modellbildung und Simulation in der Sportwissenschaft. In J. Mester & J. Perl (Hrsg.), *Informatik im Sport* (S. 88-98). Köln: Sport und Buch Strauß.

- Lames, M. (2000). Modellbildung in den Sportspielen – Stand und Herausforderungen. In A. Baca (Hrsg.), *Computer Science in Sport* (S. 170-183). Wien: öbv & hpt.
- Lames, M. (2001). Der pragmatische Entschluß – der Zweck als konstitutives Element der Modellbildung am Beispiel Spielbeobachtung. In J. Perl (Hrsg.), *Sport und Informatik VIII* (S. 65-72). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Lames, M. (2006). Modelling the interaction in game sports - relative phase and moving correlations. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5 (4), 556-560.
- Lames, M. & Perl, J. (1997). Konzepte für Entwicklung und Einsatz sportinformatischer Werkzeuge. In J. Perl, M. Lames & W.-D. Miethling (Hrsg.), *Informatik im Sport - Ein Handbuch* (S. 245-272). Schorndorf: Hofmann.
- Lames, M. & Walter, F. (2006). Druck machen und Ausspielen - Die relative Phase und die Interaktion in Rückschlagspielen am Beispiel Tennis. *Spectrum der Sportwissenschaften*, 19 (2), 7-24.
- Leser, R. (2005). Zur Effizienz verschiedener Präsentationsmedien bei der Vermittlung von Sportspieltaktik. In S. Würth, S. Panzer, J. Krug & D. Alfermann (Hrsg.), *Sport in Europa* (S. 357). Hamburg: Czwalina.
- Liesegang, W. (1996). Fuzzy-Modell für Angriff-Abwehr Interaktionen im Handball. In K. Quade (Red.), *Anwendungen der Fuzzy-Logik und Neuronaler Netze* (S. 33-40). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Martin, H. & Korfmeier, F. (2007). So hebeln Sie eine 3:2:1-Abwehr aus! *handballtraining*, 29 (12), 30-38.
- Mönch, L. (2006). *Agentenbasierte Produktionssteuerung komplexer Produktionssysteme*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Mráz, J. & Schädlich, G. (1977). *Hallenhandball: Zum Abwehrverhalten*. Berlin: Bartels und Wernitz.
- Müller, H.-H. (1992). Gedanken zur Klassifizierung von Spielsituationen im Positionsangriff des Hallenhandballs. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 33 (1), 14-24.

- Oppermann, H.-P. (1990). *Handball - Grundlagen für Training und Spiel*. Niedernhausen/Ts.: Falken.
- Owusu, G. K., Willis, N., Jennings, N., Ndumu, D. T. & Newton, J. (1998). On automating sports evaluation. In J. Mester & J. Perl (Hrsg.), *Informatik im Sport* (S. 121-29). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Perl, J. (1997). Möglichkeiten und Probleme der computerunterstützten Interaktionsanalyse am Beispiel Handball. In J. Perl (Hrsg.), *Sport und Informatik V* (S. 74-89). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Perl, J. (1997). Präsentation. In J. Perl, M. Lames & W.-D. Miethling (Hrsg.), *Informatik im Sport – Ein Handbuch* (S. 125-140). Schorndorf: Hofmann.
- Perl, J. (2002). Informatische Aspekte der Modellbildung. In J. Perl, M. Lames & U. Glitsch (Hrsg.), *Modellbildung in der Sportwissenschaft* (S. 15-97). Schorndorf: Hofmann.
- Perl, J., Lames, M. & Glitsch, U. (Hrsg.). (2002). *Modellbildung in der Sportwissenschaft*. Schorndorf: Hofmann.
- Perl, J., Lames, M. & Miethling, W.-D. (Hrsg.). (1997). *Informatik im Sport – Ein Handbuch*. Schorndorf: Hofmann.
- Perl, J. & Uthmann, T. (1991). Konzept und Einsatz komplexer Informationssysteme im Sportbereich. In J. Perl (Hrsg.), *Sport und Informatik II* (S. 49-66). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Perl, J. & Uthmann, T. (1997). Modellbildung. In J. Perl, M. Lames & W.-D. Miethling (Hrsg.), *Informatik im Sport – Ein Handbuch* (S. 43-64). Schorndorf: Hofmann.
- Perl, J. & Uthmann, T. (1997). Simulation. In J. Perl, M. Lames & W.-D. Miethling (Hrsg.), *Informatik im Sport – Ein Handbuch* (S. 65-80). Schorndorf: Hofmann.
- Petersen, K.-D. (2005). 3:2:1-Abwehr – das zentrale Abwehrsystem in der DHB-Förderung. *handballtraining*, 27 (5+6), 4-12.

- Pfeiffer, M. (2004). *Leistungsdiagnostik der Sportspiele im Nachwuchstraining – Entwicklung eines modelltheoretischen Ansatzes im Handball*. Dissertation, Universität Leipzig.
- Pfeiffer, M. (2005). Computer simulation to evaluate the performance relevance of tactical behaviour in team handball. In F. Seifriz, J. Mester, J. Perl, O. Spaniol & J. Wiemeyer (Ed.), *Book of Abstracts - 1st International Working Conference IT and Sport & 5th Conference dvs-Section Computer Science in Sport* (pp. 56-59). Köln: German Sport University.
- Preiß, R. (1987). *Computersimulation zur Entwicklung sportmotorischer Techniken*. Hamburg: Czwalina.
- Rabe, M., Wenzel, S. & Spieckermann, S. (2008). *Verifikation und Validierung für die Simulation in Produktion und Logistik: Vorgehensmodelle und Techniken*. Berlin: Springer.
- Rechenberg, P. & Pomberger, G. (2006). *Informatik Handbuch*. Wien: Hanser.
- Reinmann-Rothmeier, G. (2004). Wissensmanagement – Herausforderungen für eine Didaktik der neuen Medien. In B. Wyssusek (Hrsg.), *Wissensmanagement komplex – Perspektiven und soziale Praxis* (S. 175-188). Berlin: Schmidt.
- Roberts, J. & Gross, P. (2000). *Director 8. Offical Guide zu Director 8 Shockwave Studio*. München: Addison-Wesley.
- Rockmann-Rüger, U. (1991). Modellbildung in der Bewegungswissenschaft mit Petri-Netzen. In J. Perl (Hrsg.), *Sport und Informatik II* (S. 98-106). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Rupp, C., Hahn, J., Queins, S. Jeckle, M. & Zengler, B. (2005). *UML 2 glasklar. Praxiswissen für die UML-Modellierung und -Zertifizierung*. München: Hanser.
- Schliecke, H. & Blaser, P. (2006a). Entwicklung einer Lernsoftware für die Vermittlung taktischer Entscheidungen im Sportspiel. In J. Edelmann-Nusser & K. Witte (Hrsg.), *Sport und Informatik IX*. (S. 115-120). Aachen: Shaker.

- Schliecke, H. & Blaser, P. (2006b). A computer-based system for learning and training of tactical situations in sport games. In H. Dancs, M. Hughes & P. O'Donoghue (Ed.), *Proceedings of VII. World Congress of Performance Analysis of Sport* (pp. 178-186). Szombathely: Berzsenyi College.
- Schliecke, H. & Blaser, P. (2008). Handball Tactics – Ein computergestütztes System für das taktische Training im Sportspiel. In A. Woll, W. Klöckner, M. Reichmann & M. Schlag (Hrsg.), *Sportspielkulturen erfolgreich gestalten* (S. 125 - 128). Hamburg: Czwalina.
- Schröder, H.-J. & Uthmann, T. (1997). Datenbanken / Expertensysteme. In J. Perl, M. Lames & W.-D. Miethling (Hrsg.), *Informatik im Sport – Ein Handbuch* (S. 105-124). Schorndorf: Hofmann.
- Spriet, J. A. & Vansteenkiste, G. C. (1982) *Computer-Aided Modelling and Simulation*. London: Academic Press.
- Späte, D. (2002). Schwachstellen der 6:0-Abwehr gezielt nutzen! Das deutsche Angriffsspiel bei der EM in Schweden unter der Lupe. *handballtraining*, 24 (3), 23-30.
- Späte, D. (2005a). Grundlagen der Spielverlagerung erarbeiten - Komplexübungen und taktische Überzahlspiele zur methodischen Erarbeitung der Spielverlagerung im Angriff. *handballtraining*, 27 (1), 24-29.
- Späte, D. (2005b). Mittel gegen das Spiel über den Kreis. *handballtraining*, 27 (3), 15-27.
- Späte, D. (2008). Gegen Übergänge aktiv verteidigen. *handballtraining*, 30 (11), 4-11.
- Späte, D. & Wilke, G. (1981). *Handball Spezial – Antizipatives Abwehrspiel*. Münster: Philippka.
- Taborsky, F. (1990). Das 3:2:1-Abwehrsystem. In H. J. Müller (Hrsg.), *Moderne Abwehrtraining* (S. 17-35). Spiesen: WZB.
- Trosse, H.-D. (1985). *Trainingslehre – Handball I*. Berlin: Bartels und Wernitz.
- Trosse, H.-D. (1988). *Handball – Training, Technik, Taktik*. Reinbek: Rowohlt.
- Trosse, H.-D. (2001). *Handbuch für Handball*. Aachen: Meyer & Meyer.

- Westphal, G., Gasse, M. & Richterling, G. (1987). *Entscheiden und Handeln im Sportspiel*. Münster: Philippka.
- Wiemeyer, J. (2007). Hessische e-Learning-Projekte in der Sportwissenschaft (HeLPS) – Stand und Perspektiven. In J. Backhaus, F. Borkenhagen & J. Funke-Wieneke (Hrsg.), *SportStadtKultur* (S. 105). Hamburg: Czwalina.
- Wolf, R. & Korfmeier, F. (2007). Der kleine Unterschied – komplex und präzise trainieren. *handballtraining*, 29 (2), 17-25.

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abb. 1: Videobild einer Spielsituation (Deutschland - Tunesien bei der Handball-Weltmeisterschaft 2003) | 9 |
| Abb. 2: Graphische Darstellung einer Spielsituation (aus Trosse, 1988, S. 161) | 9 |
| Abb. 3: Schaubild der generellen Vorgehensweise | 12 |
| Abb. 4: Das Angriffsspiel (modifiziert nach Oppermann, 1990, S. 45) | 17 |
| Abb. 5: Das Abwehrspiel (modifiziert nach Oppermann, 1990, S. 47) | 18 |
| Abb. 6: Wahrnehmungsobjekte in den Sportspielen (modifiziert nach Konzag & Konzag, 1980, S. 22) | 20 |
| Abb. 7: Individuelles Aktionsmuster eines Rückraumspielers im Handball (modifiziert nach Klein & Späte, 1981, S. 456) | 21 |
| Abb. 8: Entscheidungsmodell (Westphal et al., 1987, S. 27) | 22 |
| Abb. 9: Modell eines Spielzuges (Trosse, 2001, S. 25) | 24 |
| Abb. 10: a) Torerfolgsentwicklung während eines Handballspiels; b) gleitendes Mittel der Torwahrscheinlichkeit (Lames, 2006, S. 559) ... | 25 |
| Abb. 11: Beispiel eines Prozeß-Schemas für Handball (Perl, 1997, S. 79) | 26 |
| Abb. 12: Beispiel eines Prozeß-Schemas für Handball (Perl, 1997, S. 79) | 26 |
| Abb. 13: Phasenmodell der Verlaufsstruktur für das Angriffsspiel im Handball (Pfeiffer, 2004, S. 113) | 28 |
| Abb. 14: Hierarchisch strukturiertes Beobachtungssystem (modifiziert nach Pfeiffer, 2004, S. 123) | 28 |
| Abb. 15: a) Entwicklung von Fuzzy-Regelsystemen für Bewegungsalternativen, b) Beschreibung und Simulation von Bewegungsstrukturen, c) Validierung und Bewertung durch Bewegungsmuster-Vergleich (aus Perl, 1997, S. 86f.) | 29 |
| Abb. 16: Schritt in Richtung eines Spielers, der einen a) kleineren bzw. b) größeren Aufenthaltsbereich hat (Liesegang, 1996, S. 33) | 30 |
| Abb. 17: a) Aufnahmeperspektive der 6:0 Deckung und b) Euklidische Distanz zwischen tatsächlicher Position (heller Kreis) und Sollwert-Position (dunkler Kreis) des Verteidigers Mitte-Rechts. Die Intensität des hellen Lichtkegels repräsentiert die Relevanz der aktuellen Position (Höner, Hermann & Grunow, 2005, S. 228) | 31 |
| Abb. 18: Screenshots der Software Easy2Coach Pro a) Übungserstellung und b) Heatmap des Angriffsverhaltens (siehe www.handball-software.de) | 33 |
| Abb. 19: Screenshots der Software SportCoaching Trainer der Firma Global Sport Solution (siehe www.globalsport.de) | 34 |
| Abb. 20: Screenshot der Software easy Animation Handball | 34 |
| Abb. 21: Screenshot der Software Handball Tactics (Schlieffe & Blaser, 2008, S. 126) | 35 |

| | |
|---|-----|
| Abb. 22: Screenshot der Software Handballmanager | 36 |
| Abb. 23: Modellbildung als iterativer Prozeß (Perl & Uthmann, 1997, S. 45)... .. | 41 |
| Abb. 24: Struktureller Aufbau eines Expertensystems (modifiziert nach Schröder & Uthmann, 1997, S. 118)..... | 45 |
| Abb. 25: Ablaufmodell für eine Expertensystementwicklung (modifiziert nach Kurbel, 1992, S. 95) | 48 |
| Abb. 26: Zusammenhang zwischen Simulation und Modellbildung (modifiziert nach Spriet & Vansteenkiste, 1982, S. 5)..... | 50 |
| Abb. 27: Repräsentationsformen (Perl & Uthmann, 1997, S. 132)..... | 53 |
| Abb. 28: Beurteilung des Verhaltens eines Abwehrspielers bei Torerfolg..... | 57 |
| Abb. 29: Torwurf über die Abwehr trotz korrekten Stellungsspiels des Abwehrspielers | 58 |
| Abb. 30: Torwurf durch die Abwehr trotz korrekten Stellungsspiels des Abwehrspielers | 58 |
| Abb. 31: Spielweisen im Abwehrverband (modifiziert nach Späte & Wilke, 1981, S. 23) | 76 |
| Abb. 32: Spielweise a) defensiv b) offensiv..... | 77 |
| Abb. 33: Spielweise a) mannbezogen b) ballbezogen | 77 |
| Abb. 34: Schematische Darstellung der Manndeckung | 79 |
| Abb. 35: Schematische Darstellung der 6:0-Deckung..... | 81 |
| Abb. 36: Schematische Darstellung der 5:1-Deckung..... | 82 |
| Abb. 37: Schematische Darstellung der 3:2:1-Deckung..... | 84 |
| Abb. 38: Modell des Abwehrverhaltens im Hallenhandball | 86 |
| Abb. 39: Beispiel einer Regel im 6:0-Abwehrsystem mit den Komponenten des Modells | 87 |
| Abb. 40: Abstand a und Winkel w zur Beschreibung der Positionen auf dem Spielfeld..... | 89 |
| Abb. 41: Grundaufstellung der Angreifer..... | 94 |
| Abb. 42: Wurf „durch einen Abwehrspieler“ | 97 |
| Abb. 43 a und b: Sprungwürfe über den Abwehrspieler..... | 97 |
| Abb. 44 a und b: Würfe „durch“ den Abwehrspieler | 98 |
| Abb. 45: Wurf von der Außenposition | 98 |
| Abb. 46: Torerfolg aus scheinbar aussichtsloser Lage | 99 |
| Abb. 47: Durchspielen a) Videobild b) Simulation | 99 |
| Abb. 48: Stoßen a) Videobild, b) Simulation | 101 |
| Abb. 49: Finte..... | 102 |
| Abb. 50 a und b: Aktionen der Abwehrspieler (Defensiv decken (1), Offensiv decken (2), Direkt decken (3), Raum decken (4), Kreis decken (5), Raustreten (6), Hingehen (7), Verschieben (8), Sichern (9))..... | 107 |

| | | |
|----------|---|-----|
| Abb. 51 | a und b: direkte Zuordnung (auch bei Positionswechsel der Angreifer ändert sich die Zuordnung der Spielerpaare nicht) | 109 |
| Abb. 52 | a und b: Zuordnung mittels „Abzählen von Außen“ (bei Positionswechsel der Angreifer wechselt die Zuordnung der Spielerpaare, nicht aber die Position des Abwehrspielers im Abwehrverband) | 110 |
| Abb. 53 | a und b: Positionsbedingte Zuordnung..... | 111 |
| Abb. 54 | a und b: Bereiche des Spielfeldes zur Bewertung der Situation..... | 113 |
| Abb. 55: | Zur Bewertung „Ballbesitzer“ | 114 |
| Abb. 56: | Entscheidungsregeln..... | 116 |
| Abb. 57: | Implementierte Regeln der Manndeckung..... | 118 |
| Abb. 58: | Implementierte Regeln der 6:0-Deckung..... | 119 |
| Abb. 59: | Implementierte Regeln der 5:1-Deckung..... | 121 |
| Abb. 60: | Implementierte Regeln der 3:2:1-Deckung..... | 122 |
| Abb. 61: | Anwendungsfälle der Software SimTak..... | 126 |
| Abb. 62: | Erweitertes Use-Case-Diagramm der Software SimTak | 127 |
| Abb. 63: | Klassendiagramm der Software SimTak | 129 |
| Abb. 64: | Komponenten der Software SimTak..... | 131 |
| Abb. 65: | Screenshot der Entwicklungsumgebung Director..... | 133 |
| Abb. 66: | Oberfläche der Computersimulation..... | 135 |
| Abb. 67: | Farbliche Markierung (hier hellblau und gelb) zur besseren Kennzeichnung der Zuordnung der Spieler | 138 |
| Abb. 68: | Informationen zur Aktion des markierten Abwehrspielers | 139 |
| Abb. 69: | Markierung der Abwehrspieler, die die ausgewählte Aktion ausführen | 140 |
| Abb. 70: | Laufweg eines ausgewählten Spielers | 140 |
| Abb. 71: | Spielsituation eine 6:0-Abwehr a) Spieler ohne Beschriftung, b) Spieler mit Beschriftung | 141 |
| Abb. 72: | Erklärungskomponente | 142 |
| Abb. 73: | Klausurergebnis nach einer Lehrveranstaltung mit bzw. ohne den Einsatz von SimTak..... | 168 |
| Abb. 74: | Gerangel vor dem Tor und die entsprechende Szene als Ansicht der Simulation | 176 |
| Abb. 75: | Durchbruch und die entsprechende Szene als Ansicht der Simulation | 176 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Tab. 1: Modelle im Handball..... | 15 |
| Tab. 2: Software im Handball | 32 |
| Tab. 3: Bereiche des Modells | 88 |
| Tab. 4: Abwehrsystemspezifische Entscheidungsketten im Vergleich | 123 |
| Tab. 5: Durch den Benutzer manipulierbare Intensitätsparameter | 137 |
| Tab. 6: Prüfung der Entscheidungskette der Manndeckung..... | 147 |
| Tab. 7: Prüfung der Entscheidungskette der 6:0-Deckung..... | 148 |
| Tab. 8: Prüfung der Entscheidungskette der 5:1-Deckung..... | 149 |
| Tab. 9: Prüfung der Entscheidungskette der 3:2:1-Deckung..... | 150 |
| Tab. 10: Experten, die an der Validierung teilnahmen..... | 152 |
| Tab. 11: Spielzüge zur Beurteilung des Abwehrverhaltens | 154 |
| Tab. 12: Skala zur Bewertung des „Gesamtverhaltens der Abwehrarbeit“ | 155 |
| Tab. 13: Skala zur Bewertung der „Schwere des Fehlers“ | 156 |
| Tab. 14: Einzelbeurteilungen der „Bewertung des Gesamtverhaltens der Abwehr“ | 157 |
| Tab. 15: Mediane der „Bewertung des Gesamtverhaltens der Abwehr“ | 159 |
| Tab. 16: Mediane der „Anzahl der sich falsch verhaltenden Spieler“ | 160 |
| Tab. 17: Mediane der „Schwere des Fehlers“ | 161 |

Anhang

A1 – Bewertungstabelle

A2 – Bewertungsergebnisse erster und zweiter Zyklus im Vergleich

A3 – Klausur

A4 – Programmbeschreibung

A5 – SimTak – Daten-CD bzw. Internetseite

A6 – Auszug aus dem Programmcode

A7 – Bibliographische Beschreibung

A1 – Bewertungstabelle

A1-1: Bewertungstabelle zur Beurteilung des Abwehrverhaltens (beispielhaft Spielzug 1 und 2)

| | | Formation | Reihenfolge | Abwehrverhalten | | | | | | | Richtig: Falsch: : | Grad des Fehlers | | | | Zeit |
|--------------|-------------------------|---------------|-------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|--------------------------|------------------|---|---|---|------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| Spielzug 1 | Reihenfolge: | Manndeckung | | | | | | | | | : | | | | | |
| | | Kommentar: | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6:0-Deckung | | | | | | | | | : | | | | | |
| | | Kommentar: | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5:1-Deckung | | | | | | | | | : | | | | | |
| | | Kommentar: | | | | | | | | | | | | | | |
| Reihenfolge: | Einführungszeit in sec. | 3:2:1-Deckung | | | | | | | | | : | | | | | |
| | | Kommentar: | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Manndeckung | | | | | | | | | : | | | | | |
| | | Kommentar: | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6:0-Deckung | | | | | | | | | : | | | | | |
| | | Kommentar: | | | | | | | | | | | | | | |
| Spielzug 2 | Reihenfolge: | Manndeckung | | | | | | | | | : | | | | | |
| | | Kommentar: | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6:0-Deckung | | | | | | | | | : | | | | | |
| | | Kommentar: | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5:1-Deckung | | | | | | | | | : | | | | | |
| | | Kommentar: | | | | | | | | | | | | | | |
| Reihenfolge: | Einführungszeit in sec. | 3:2:1-Deckung | | | | | | | | | : | | | | | |
| | | Kommentar: | | | | | | | | | | | | | | |

A2 - Bewertungsergebnisse erster und zweiter Zyklus im Vergleich

Tab. A2-1: Einzelbeurteilungen der „Bewertung des Gesamtverhaltens der Abwehr“ im ersten Zyklus

| Gesamtverhalten | MD | | | 6:0 | | | 5:1 | | | 3:2:1 | | | Mittelwerte der Spielzüge durch die einzelnen Experten |
|--|-------------|---|---|-------------|---|---|-------------|---|---|-------------|---|---|--|
| SP 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1,0 2,3 1,8 |
| | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 1,0 1,5 |
| SP 2 | 5 | 4 | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 7 | 6 | 5 | 7 | 3,3 4,0 5,5 |
| | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 2 | 3 | | 7 | 3 | | 2,8 2,0 |
| SP 3 | 3 | 4 | 5 | 1 | 4 | 6 | 3 | 1 | 5 | 3 | 1 | 5 | 2,5 2,5 5,3 |
| | 5 | 2 | | 6 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 2 | | 3,3 1,5 |
| SP 4 | 3 | 2 | 5 | 4 | 2 | 3 | 5 | 7 | 6 | 5 | 7 | 6 | 4,3 4,5 5,0 |
| | 6 | 3 | | 2 | 2 | | 6 | 2 | | 6 | 4 | | 5,0 2,8 |
| SP 5 | 5 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 5 | 6 | 2 | 5 | 2 | 2 | 4,0 3,5 1,8 |
| | 1 | 3 | | 1 | 1 | | 1 | 4 | | 1 | 1 | | 1,0 2,3 |
| SP 6 | 3 | 3 | 5 | 4 | 6 | 1 | 5 | 5 | 7 | 6 | 7 | 7 | 4,5 5,3 5,0 |
| | 1 | 4 | | 1 | 3 | | 5 | 5 | | 6 | 6 | | 3,3 4,5 |
| SP 7 | 5 | 5 | 6 | 1 | 1 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 4 | 5 | 2,0 3,3 5,3 |
| | 6 | 6 | | 6 | 1 | | 7 | 3 | | 5 | 7 | | 6,0 4,3 |
| SP 8 | 1 | 1 | 2 | 6 | 7 | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3,3 3,5 2,8 |
| | 1 | 3 | | 2 | 2 | | 2 | 1 | | 4 | 1 | | 2,3 1,8 |
| SP 9 | 4 | 1 | 6 | 1 | 2 | 6 | 1 | 2 | 6 | 1 | 1 | 5 | 1,8 1,5 5,8 |
| | 1 | 2 | | 3 | 2 | | 1 | 3 | | 1 | 1 | | 1,5 2,0 |
| SP 10 | 1 | 5 | 2 | 7 | 2 | 7 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3,3 3,8 2,8 |
| | 1 | 7 | | 2 | 1 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 1,8 3,5 |
| Mittelwerte der Abwehrarten durch die einzelnen Experten | 3,1 3,3 4,1 | | | 2,7 2,8 3,4 | | | 2,8 3,7 4,4 | | | 3,3 3,8 4,4 | | | 2,98 3,40 4,08 |
| | 2,5 3,2 | | | 2,5 1,5 | | | 2,8 2,7 | | | 3,4 3,0 | | | 2,78 2,60 |

Tab. A2-2: Einzelbeurteilungen der „Bewertung des Gesamtverhaltens der Abwehr“ im zweiten Zyklus

| Gesamtverhalten | MD | | | 6:0 | | | 5:1 | | | 3:2:1 | | | Mittelwerte der Spielzüge durch die einzelnen Experten | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|--|------|------|
| SP 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1,0 | 1,0 | 1,3 |
| | 1 | 7 | | 1 | 1 | | 2 | 2 | | 1 | 7 | | 1,3 | 4,3 | |
| SP 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 5 | 3 | 2 | 6 | 2,5 | 1,5 | 3,5 |
| | 2 | 1 | | 1 | 3 | | 5 | 1 | | 3 | 5 | | 2,8 | 2,5 | |
| SP 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1,5 | 2,3 | 1,8 |
| | 2 | 2 | | 3 | 1 | | 1 | 4 | | 2 | 2 | | 2,0 | 2,3 | |
| SP 4 | 6 | 1 | 1 | 3 | 1 | 5 | 1 | 1 | 6 | 2 | 1 | 6 | 3,0 | 1,0 | 4,5 |
| | 2 | 1 | | 2 | 4 | | 2 | 4 | | 2 | 2 | | 2,0 | 2,8 | |
| SP 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,0 | 1,0 | 1,3 |
| | 3 | 1 | | 1 | 1 | | 2 | 1 | | 4 | 1 | | 2,5 | 1,0 | |
| SP 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 1,0 | 2,0 | 2,0 |
| | 2 | 1 | | 3 | 2 | | 1 | 1 | | 6 | 4 | | 3,0 | 2,0 | |
| SP 7 | 5 | 1 | 5 | 1 | 1 | 6 | 5 | 1 | 5 | 5 | 2 | 6 | 4,0 | 1,3 | 5,5 |
| | 2 | 1 | | 2 | 1 | | 3 | 1 | | 5 | 2 | | 3,0 | 1,3 | |
| SP 8 | 1 | 1 | 1 | 5 | 6 | 1 | 5 | 4 | 2 | 5 | 2 | 1 | 4,0 | 3,3 | 1,3 |
| | 1 | 4 | | 2 | 3 | | 1 | 3 | | 2 | 3 | | 1,5 | 3,3 | |
| SP 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1,0 | 2,0 | 1,0 |
| | 1 | 1 | | 5 | 1 | | 2 | 1 | | 5 | 1 | | 3,3 | 1,0 | |
| SP 10 | 3 | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2,8 | 1,8 | 2,8 |
| | 6 | 3 | | 1 | 1 | | 5 | 4 | | 5 | 3 | | 4,3 | 2,8 | |
| Mittelwerte der Abwehrarten durch die einzelnen Experten | 2,4 | 1,1 | 1,4 | 2,1 | 1,8 | 2,5 | 2,1 | 1,8 | 2,7 | 2,1 | 2,1 | 3,3 | 2,18 | 1,70 | 2,48 |
| | 2,2 | 2,2 | | 2,1 | 1,8 | | 2,4 | 2,2 | | 3,5 | 3,0 | | 2,55 | 2,30 | |

Tab. A2-3: Mediane der „Bewertung des Gesamtverhaltens der Abwehr“ im ersten und zweiten Zyklus

| | erster Zyklus | | | | | zweiter Zyklus | | | | |
|------------|---------------|-----|-----|-------|------------|----------------|-----|-----|-------|------------|
| | MD | 6:0 | 5:1 | 3:2:1 | Mittelwert | MD | 6:0 | 5:1 | 3:2:1 | Mittelwert |
| SP 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1,50 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 |
| SP 2 | 4 | 1 | 3 | 6 | 3,50 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2,00 |
| SP 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 2,75 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1,75 |
| SP 4 | 3 | 2 | 6 | 6 | 4,25 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2,00 |
| SP 5 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2,50 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 |
| SP 6 | 3 | 3 | 5 | 6 | 4,25 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2,00 |
| SP 7 | 6 | 1 | 3 | 6 | 3,75 | 2 | 1 | 3 | 5 | 2,75 |
| SP 8 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2,25 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2,25 |
| SP 9 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1,75 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 |
| SP 10 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2,25 | 3 | 1 | 4 | 3 | 2,75 |
| Mittelwert | 2,9 | 1,9 | 3,1 | 3,6 | 2,88 | 1,4 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 1,85 |

Tab. A2-4: Spannweiten der „Bewertung des Gesamtverhaltens der Abwehr“ im ersten und zweiten Zyklus

| | erster Zyklus | | | | | zweiter Zyklus | | | | |
|------------|---------------|-----|-----|-------|------------|----------------|-----|-----|-------|------------|
| | MD | 6:0 | 5:1 | 3:2:1 | Mittelwert | MD | 6:0 | 5:1 | 3:2:1 | Mittelwert |
| SP 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 6 | 0 | 1 | 6 | 3,3 |
| SP 2 | 6 | 0 | 6 | 4 | 4,0 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3,3 |
| SP 3 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4,0 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2,3 |
| SP 4 | 4 | 2 | 5 | 3 | 3,5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,8 |
| SP 5 | 4 | 1 | 5 | 4 | 3,5 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1,8 |
| SP 6 | 4 | 5 | 2 | 1 | 3,0 | 1 | 2 | 1 | 5 | 2,3 |
| SP 7 | 2 | 4 | 4 | 6 | 4,0 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4,3 |
| SP 8 | 2 | 5 | 2 | 4 | 3,3 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4,0 |
| SP 9 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4,8 | 0 | 4 | 2 | 4 | 2,5 |
| SP 10 | 6 | 6 | 3 | 3 | 4,5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4,3 |
| Mittelwert | 3,9 | 3,4 | 3,7 | 3,4 | 3,6 | 3,0 | 2,9 | 2,9 | 4,2 | 3,3 |

Tab. A25: Mediane der „Anzahl der sich falsch verhaltenden Spieler“ im ersten und zweiten Zyklus

| | erster Zyklus | | | | | zweiter Zyklus | | | | |
|-------------------|---------------|-----|-----|-------|--------------|----------------|-----|-----|-------|--------------|
| | MD | 6:0 | 5:1 | 3:2:1 | Mittelwert | MD | 6:0 | 5:1 | 3:2:1 | Mittelwert |
| SP 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| SP 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,75 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1,25 |
| SP 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0,75 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1,00 |
| SP 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1,25 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0,75 |
| SP 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| SP 6 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2,00 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1,00 |
| SP 7 | 2 | 0 | 1 | 3 | 1,50 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1,00 |
| SP 8 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,50 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0,75 |
| SP 9 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| SP 10 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0,50 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1,00 |
| Mittelwert | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 0,875 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1,2 | 0,675 |

Tab. A2-6: Mediane der „Schwere des Fehlers“ im ersten und zweiten Zyklus

| | erster Zyklus | | | | | zweiter Zyklus | | | | |
|-------------------|---------------|-----|-----|-------|--------------|----------------|-----|-----|-------|--------------|
| | MD | 6:0 | 5:1 | 3:2:1 | Mittelwert | MD | 6:0 | 5:1 | 3:2:1 | Mittelwert |
| SP 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| SP 2 | 1 | 0 | 2 | 3 | 1,50 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1,25 |
| SP 3 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1,50 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1,25 |
| SP 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2,50 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1,25 |
| SP 5 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| SP 6 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2,00 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,50 |
| SP 7 | 3 | 0 | 2 | 3 | 2,00 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1,00 |
| SP 8 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1,25 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1,25 |
| SP 9 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| SP 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1,25 |
| Mittelwert | 1,4 | 0,9 | 1,5 | 1,7 | 1,375 | 0,4 | 0,5 | 1,0 | 1,2 | 0,775 |

A3 - Klausur

 (Pseudonym)

1.) Nennen Sie Stärken und Schwächen einer 3:2:1-Abwehr

.....

.....

.....

2.) Welche Bezeichnungen tragen die Abwehrspieler

bei 6:0:.....

bei 5:1:.....

3.) Grenzen Sie die zwei folgenden Abwehrarten voneinander ab

| | 6:0 | Manndeckung |
|----------------------|-----|-------------|
| Zuordnung | | |
| Grundposition | | |
| Aktionen | | |
| Sonstiges | | |

4.) Welcher Abwehrspieler ist für einen **einlaufenden „LA“** zuständig?

.....

.....

.....

5.) Sie sind der HL bei einer 5:1-Abwehr. Was haben Sie zu tun?

.....

.....

.....

Vielen Dank!

A4 - Programmbeschreibung

Das Programm SimTak besteht aus der Datei *SimTak.exe* und einem Ordner *Prefs*. Der Ordner enthält Textdateien und muss sich auf der gleichen Ebene wie die exe-Datei befinden.

Zum **Starten des Programms** die Datei *SimTak.exe* aufrufen. Es ist keine Installation nötig.

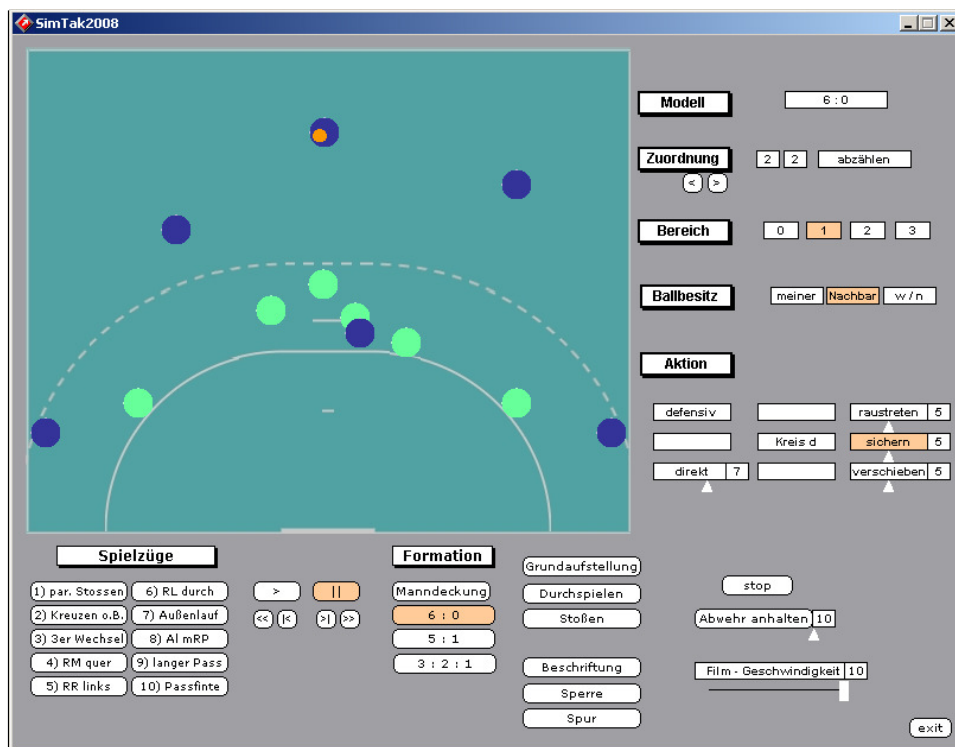


Abb. A-1: Oberfläche der Software SimTak

Die Abbildung 1 zeigt die **Oberfläche** der Software SimTak. Der grüne Bereich ist die Spielflächenseite der abwehrenden Mannschaft von oben gesehen. Die grünen Punkte stellen die Abwehrspieler dar, die blauen Punkte bezeichnen die Angreifer und der rote Punkt ist der Ball.

Die **Angreifer** (blaue Punkte) können mit der Maus (linke Maustaste gedrückt halten) beliebig bewegt werden. Mit rechter Maustaste bekommt der *angeklickte* Angreifer den Ball. Bei einem Doppelklick links macht der *angeklickte* Angreifer eine Finte (links antäuschen und rechts vorbeigehen). Bei Taste *W* (gedrückt halten) führt der Ballbesitzende einen Torwurf aus.

Die **Abwehrspieler** (grüne Punkte) können nicht bewegt werden. Sie reagieren ihren Vorgaben/Regeln für die gewählte Abwehrformation und die eingestellten Parameter entsprechend automatisch. Bei rechtem Mausklick werden der *angeklickte* Abwehrspieler und sein zugehöriger Angreifer markiert.

Es können 10 vorab gespeicherte **Spielzüge** gestartet werden, wobei der Ordner *Prefs* auf der gleichen Ebene wie die *SimTak.exe*-Datei gespeichert sein muss. Die linke

Maustaste auf dem entsprechenden Button dient der Auswahl des Spielzuges. Das erste Bild wird angezeigt.

Die **Tasten** >, II, <<, I<, >>, >I dienen der Filmsteuerung bei den Spielzügen.

| | | |
|------------|----------------------------|--|
| > | abspielen | Mausklick |
| II | Pause | Mausklick |
| << bzw. >> | Zurück- bzw. Vorlauf | Maus berührt (vorher Pause aktivieren) |
| I< bzw. >I | Einzelbild zurück bzw. vor | Mausklick (vorher Pause aktivieren) |

Zu jedem beliebigen Zeitpunkt kann zwischen den vier verschiedenen Abwehrformationen gewechselt werden (Button **Formation**).

Der Button **Grundaufstellung** setzt alle Angreifer auf ihre Grundposition zurück. Damit nehmen auch alle Abwehrspieler wieder ihre der gewählten Formation entsprechenden Grundposition ein, falls *Abwehr anhalten* nicht aktiviert ist.

Der Button **Durchspielen** bewirkt, dass der Ball von einem Angreifer zum nächsten Angreifer gespielt wird, ohne dass diese ihre Position ändern. Es wechselt also ständig der Ballbesitz, falls nicht *stop/weiter* aktiviert ist. Die Angreifer können dabei weiterhin bewegt werden.

Nach Betätigung des Buttons **Stossen** spielen die Angreifer automatisch durch und vollziehen dabei eine Stoßbewegung (falls nicht *stop/weiter* aktiviert wurde). Die Angreifer können dabei weiterhin bewegt werden.

Ist der Button **Abwehr anhalten** aktiviert, reagieren die Abwehrspieler nicht. Alle anderen Funktionen bleiben davon unberührt. Dies ist nützlich, wenn das Angriffsverhalten insbesondere bei einem Spielzug beobachtet werden soll.

Der Regler bestimmt die Bewegungsgeschwindigkeit der Abwehrspieler.

Die **Beschriftung** der Abwehrspieler wird ein-/ausgeblendet. Die Abkürzungen für die Positionen der ausgewählten Formationen werden den Spielern zugeordnet. So können alle Spieler auch nach mehreren Positionswechseln eindeutig identifiziert werden.

Die Funktion **Sperre** kann ein-/ausgeschaltet werden. Ein Abwehrspieler kann nicht durch einen Angreifer hindurch laufen.

Bei Aktivierung dieses Buttons wird eine **Spur** für den ausgewählten Spieler entsprechend seiner Bewegung aufgezeichnet. Auswahl des Spielers: Taste S auf Tastatur und gleichzeitig linke Maustaste auf Spieler.

Stop/weiter: Dieser Button stoppt die Bewegung der Abwehrspieler. Wenn für die Angreifer Durchspielen oder Stoßen aktiviert ist, werden auch sie angehalten. (Zum Stoppen während eines Spielzuges bitte *Pause* (II) der Filmsteuerung verwenden.) Bei *Weiter* wird die Bewegung entsprechend der vorherigen Konstellation fortgesetzt. Diese Funktionen sind auch mittels Tastatur zu steuern (*Space* = stopp, *return* = weiter).

Der große **Regler** steuert die Geschwindigkeit des gesamten Filmes, so ist Zeitlupe möglich.

Exit beendet das Programm.

Das **Modell** wird auf der rechten Seite dargestellt. Markiert sind immer die momentanen Verhältnisse aus Sicht des ausgewählten Abwehrspielers (Auswahl durch Mausklick rechts auf den jeweiligen Abwehrspieler oder mit < bzw. > bei *Zuordnung*).

In der ersten Zeile ist die momentan ausgewählte Formation genannt (Änderung mit den Buttons unter *Formation*).

Bei **Zuordnung** (linker Mausklick auf *Zuordnung*) kann die Markierung eines Abwehrspielers und seines zugehörigen Angreifers auf dem Spielfeld an- und ausgeschaltet werden. Mit < bzw. > werden andere Abwehrspieler ausgewählt.

Im ersten Feld wird die Zahl für den Abwehrspieler angezeigt, für den die Aktionen im Modell farblich markiert sind, im zweiten Feld steht die Nummer des zugehörigen Angreifers.

Bei **eigener Bereich** wird angezeigt, in welchem Bereich sich der zugehörigen Angreifer befindet.

Bei **Ballbesitz** wird markiert, welche Beziehung der ausgewählte Abwehrspieler zum Ballbesitzer hat.

Bei **Grundposition** wird markiert, welche Ausgangsstellung (Grundausrichtung) der ausgewählte Angreifer bei dieser Formation hat.

Bei **Aktion** wird die jeweilige Aktion markiert, die der ausgewählte Angreifer momentan ausführt.

Wird die **Maus** auf eine bestimmte *Grundposition* oder *Aktion* bewegt, werden nur die Abwehrspieler voll dargestellt, die diese Grundposition besitzen bzw. Aktion momentan ausführen, alle anderen werden abgeblendet.

Die **Dreiecke** unter den Aktionen u. ä. dienen als Schieberegler zur Einstellung der Ausprägung der Parameter. Die **bestehende Zahl** gibt das Ausmaß an (jeweils zwischen 0 und 10).

A5 - SimTak – Daten-CD

Die hier angefügte CD enthält das Programm SimTak der Version 2009.

Zum Starten des Programms die Datei *SimTak.exe* aufrufen – es ist keine Installation notwendig.

Ein Abrufen der vorprogrammierten Spielzüge ist nur möglich, wenn das Programm *SimTak.exe* von der Festplatte aus gestartet wird und sich die Datei *SimTak.exe* und der Ordner *Prefs* auf der gleichen Hierarchie-Ebene befinden.

Für Leser der Onlineversion: siehe auch <http://www.simtak.de/>

A6 - Auszug aus dem Programmcode

Beispiel 1: Die abwehrspezifische Entscheidungskette der 6:0- Deckung

```
-- 6:0-Deckung

if abwArt = 2 then          -- wenn 6:0-Deckung
    put "abzählen" into member "Zuordnung"

    if bew1 = 3 then aktion = 5 -- wenn Zugehöriger am Kreis, dann Kreis decken
    if bew1 = 2 then aktion = 3 -- wenn Zugehöriger in Fwzone, dann direkt decken

    if bew1 = 1 then        -- wenn Zugehöriger im Rückraum
        if bew2 = 1 then    -- wenn Ballbesitz eigener
            aktion = 6      -- dann raustreten
        end if

        if bew2 = 2 then    -- wenn Ballbesitz Nachbar
            if bew3 = 1 then -- und gefährlich
                aktion = 9   -- dann sichern
            else
                aktion = 8   -- sonst verschieben
            end if
        end if
        if bew2 = 0 then    -- wenn Ballbesitz w/n
            aktion = 8      -- dann verschieben
        end if
    end if

    if bew1 = 0 then        -- wenn Zugehöriger außen oder ganz hinten
        if bew2 = 1 then    -- wenn Ballbesitz eigener
            aktion = 1      -- dann defensiv decken
        end if

        if bew2 = 2 then    -- wenn Ballbesitz Nachbar
            if bew3 = 1 then -- und gefährlich
                aktion = 9   -- dann sichern
            else
                aktion = 8   -- sonst verschieben
            end if
        end if
        if bew2 = 0 then    -- wenn Ballbesitz w/n
            aktion = 8      -- dann verschieben
        end if
    end if
end if

-- End 6:0-Deckung
```


Beispiel 2: Aktionen der Abwehrspieler

```
-- Aktionen: hier nur, was es für Simulation bedeutet
case aktion of

1:      -- defensiv decken:
    abstand= 160                -- Abstand 6m
    abW= ModAnList[zuanSprNeu][3] -- Winkel eigener

2:      -- offensiv decken:
    abstand= 240                -- Abstand 9m
    abW= ModAnList[zuanSprNeu][3] -- Winkel eigener

3:      -- direkt decken:
    abstand = 160 + direkt * (ModAnList[zuanSprNeu][4]-160) -- % des Angreifers
    if abstand>ModAnList[zuanSprNeu][4]-15 then abstand=ModAnList[zuanSprNeu][4]-15
    -- max zu Angreifer
    abW= ModAnList[zuanSprNeu][3] -- Winkel eigener

4:      -- Raum decken:
    abstand= (ModAnList[Halb1][4] + ModAnList[Halb2][4])/2 --Differenz v. RL und RR
    if abstand>ModAnList[zuanSprNeu][4]-25 then abstand=ModAnList[zuanSprNeu][4]-25
    -- max zu Angreifer
    abW= ModAnList[zuanSprNeu][3] - verschieben*(ModAnList[zuanSprNeu][3]-BBwink)
    -- Winkel eigener zum Ballbesitzer versetzt

5:      -- Kreis decken
    abstand = ModAnList[zuanSprNeu][4]+15 -- Abstand 6,5m
    abW = ModAnList[zuanSprNeu][3]- 0.15*(ModAnList[zuanSprNeu][3]-BBwink)
    --Winkel eigener zum Ballbesitzer versetzt

6:      -- raustreten
    abstand= 160+raustreten      -- Abstand z.B.9m raustreten
    if abstand>ModAnList[zuanSprNeu][4]-15 then abstand=ModAnList[zuanSprNeu][4]-15
    -- max. zu Angreifer
    abW= ModAnList[zuanSprNeu][3] -- Winkel eigener

7:      -- hingehen
    abstand= 240+0.5*raustreten  -- Abstand z.B.13m
    if abstand>ModAnList[zuanSprNeu][4]-15 then abstand=ModAnList[zuanSprNeu][4]-15
    -- max zu angreifer
    abW= ModAnList[zuanSprNeu][3] -- Winkel eigener

8:      -- verschieben
    abstand = 160                -- Abstand 6m
    abW= ModAnList[zuanSprNeu][3] - verschieben*(ModAnList[zuanSprNeu][3]-BBwink)
    -- Winkel eigener zum Ballbesitzer versetzt

9:      -- sichern:
    abstand= 160+ (sichern * 0.01*raustreten*(BBabst -160))-- Abstand 6m +%des BB
    abW= ModAnList[zuanSprNeu][3] - (2*sichern * (ModAnList[zuanSprNeu][3]-BBwink))
    -- Winkel eigener zum Ballbesitzer versetzt

end case
ModList[zuan][9]= aktion      -- Aktion (9)

-- End Aktionen
```

A7 - Bibliographische Beschreibung

Zur Vermittlung des Taktikverhaltens im Hallenhandball sind herkömmliche Darstellungsformen nur bedingt geeignet. Text und Grafik sind hinsichtlich der Komplexität, der Dynamik und der Gleichzeitigkeit der Geschehnisse problematisch. Videoaufnahmen verdeutlichen die Raumwege aufgrund der Perspektive meist nur ungenügend und auch bei aufwändig hergestellten Animationen sind nur zuvor festgelegte Szenen abrufbar.

Die hier vorgestellte Computersimulation nimmt sich nicht nur der angesprochenen Problematik zur Darstellung des Abwehrverhaltens im Hallenhandball an. Das Simulieren der Verhaltensweisen bietet auch die Möglichkeit des interaktiven Zugangs zum Betrachten des optimalen und absprachegerechten Abwehrverhaltens im Hallenhandball.

Auf der Grundlage von Fach- und Expertenwissen wird ein regelbasiertes System entwickelt, das das Verhalten von Abwehrspielern im Hallenhandball situationsgerecht widerspiegelt. Dieses Modell ist Grundlage für eine Computersimulation, die nicht nur die zugrunde liegenden Regeln und deren Konsequenzen grafisch sichtbar macht, sondern auch mittels Was-wäre-wenn-Szenarien einen interaktiven Umgang zum Erlernen, Demonstrieren und Diskutieren des Taktikverhaltens ermöglicht.

Voraussetzung für einen funktionalen und effektiven Abwehrverband sind eindeutige Absprachen und Handlungsanweisungen für die Abwehrspieler. Diese sind abhängig von der gewählten Abwehrformation, der Position des jeweiligen Abwehrspielers und insbesondere von den Aktionen der angreifenden Mannschaft. Das Modell besteht daher zum einen aus Bewertungen der Situationen aus Sicht jedes einzelnen Abwehrspielers (z. B. *Ballbesitz* und *Torgefährlichkeit* des zugehörigen Angreifers). Zum anderen werden die möglichen Verhaltensweisen der Abwehrspieler (z. B. *Raustreten*, *Sichern*, *Helfen*, etc.) operationalisiert. Die Verknüpfungen der Bewertungen mit den Reaktionen erfolgt mittels Wenn-Dann-Regeln (z. B. „Wenn der zugehörige Angreifer im Ballbesitz und torgefährlich ist, dann *raustreten*“).

Zur Darstellung des Modells wird die Regelbasis in eine Simulation überführt. Sie ist programmiert in der Skriptsprache Lingo von Director 8 der Firma Mac-

romedia. Die Oberfläche der Software ist analog den bewährten Taktikmagnettafeln als Draufsicht auf das Spielfeld gestaltet. Werden vorprogrammierte Spielzüge der Angreifer aufgerufen oder agiert der Benutzer selbst beliebig mit den Angreifern und dem Ball, reagieren die Abwehrspieler den Absprachen entsprechend automatisch. Der Benutzer hat auch die Möglichkeit, einzelne Parameter der Abwehrspieler wie beispielsweise Aggressivität, Grad der Ballorientiertheit oder Bewegungsgeschwindigkeit zu variieren. Zeitlupe und Standbilder geben Zeit, Situationen genauer zu bedenken oder zu diskutieren. Als Erklärung kann auch das Modell eingeblendet werden, wobei hier die jeweils in Kraft tretende Situationsbewertung und Aktion des ausgewählten Spielers markiert sind.

Das Modell wird validiert, indem Experten das gezeigte Abwehrverhalten beurteilen. Die Abwehrspieler sollen hierbei auf vorprogrammierte Spielzüge der angreifenden Mannschaft automatisch adäquat reagieren, also entsprechend den zugrunde liegenden Regeln ein komplexes situations- und absprachege-rechtes Abwehrverhalten zeigen.

Der Einsatz der Simulation wird in einer Lehrveranstaltung getestet und der dabei erzielte Lernerfolg mit dem einer herkömmlichen Lehrveranstaltung verglichen.

Curriculum vitae

Name: Sandra Senner, geb. Erdnüß

Geburtsdatum: 22.06.1968

Geburtsort: München

Ausbildung:

seit 2001 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Sportzentrum
der Universität Augsburg

2000 - 2001 Zusatzqualifikation Multimediatechnik
an der Medienakademie Berlin cimdata.de

1995 - 1999 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Bewegungs-
und Trainingslehre der Technischen Universität München

1988 - 1995 Studium an der Technischen Universität München
Abschluss als Diplomsportlehrerin - Fachrichtung Leistungssport

1978 - 1988 Gymnasiums Pullach bei München
Abschluss mit Abitur